



TUGAS AKHIR - TE 141599

**ANALISIS KESTABILAN TEGANGAN PADA SISTEM
KELISTRIKAN JAWA-BALI 500 KV MENGGUNAKAN
RADIAL BASE FUNCTION NEURAL NETWORK
(RBFNN)**

Maulana Riza Hasbullah
NRP 07111645000042

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT.
Dr. Rony Seto Wibowo, ST, MT.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - TE 141599

VOLTAGE STABILITY ANALYSIS IN 500 KV JAWA-BALI POWER SYSTEM USING RADIAL BASE FUNCTION NEURAL NETWORK (RBFNN)

Maulana Riza Hasullah
NRP 07111645000042

Advisor
Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT.
Dr. Rony Seto Wibowo, ST., MT.

DEPARTEMENT of ELECTRICAL ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul "**Analisis Kestabilan Tegangan pada Sistem Kelistrikan Jawa-Bali 500 kV Menggunakan Radial Base Function Neural Network (RBFNN)**" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 26 Juni 2018



Maulana Riza Hasbullah
NRP 07111645000042

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**ANALISIS KESTABILAN TEGANGAN SISTEM
KELISTRIKAN JAWA-BALI 500 KV
MENGUNAKAN RADIAL BASE FUNCTION
NEURAL NETWORK (RBFNN)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

**Pada
Bidang Studi Sistem Tenaga Listrik
Departemen Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, M.T.
NIP. 196404051990021001

Dr. Eng. Rony Seto W., S.T., M.T.
NIP. 197411292000121001



-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**ANALISIS KESTABILAN TEGANGAN PADA SISTEM
KELISTRIKAN JAWA-BALI 500 KV MENGGUNAKAN RADIAN
BASE FUNCTION NEURAL NETWORK (RBFNN)**

Nama : Maulana Riza Hasbullah
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT.
Dr. Rony Seto Wibowo, ST., MT.

ABSTRAK

Kemajuan teknologi menyebabkan kebutuhan akan tenaga listrik semakin meningkat. Sehingga demi memberikan kualitas listrik yang baik diperlukan beberapa cara diantaranya adalah analisis kestabilan. Tugas akhir ini akan membahas mengenai kestabilan tegangan pada sistem kelistrikan Jawa-Bali 500 kV untuk menghindari permasalahan *voltage collapse* dan yang lebih buruknya adalah *black-out* sistem. Analisis dibantu dengan program ETAP yang digunakan untuk *study load-flow* dengan variabel yang dirubah adalah nilai pembebanan sehingga dapat diketahui daya maksimum pada salah satu bus agar tidak melebihi kondisi kestabilan tegangan. Nilai-nilai yang didapat dengan merubah kondisi pembebanan akan dicatat dan selanjutnya dijadikan masukan untuk proses *training and learning* pada arsitektur *Radial Base Function Neural Network* (RBFNN). Didapatkan hasil pengujian menggunakan RBFNN dengan 40 data training dan 5 data testing yaitu diperoleh *error* terbesar adalah 1,02% dan MSE bernilai $4,84748 \times 10^{-5} < 5 \times 10^{-5}$. Dengan *error* sebesar itu, maka tingkat kebenaran prediksi pada RBFNN mencapai 98,98%.

Kata Kunci : Kestabilan tegangan, NN, RBFNN, ETAP.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

***VOLTAGE STABILITY ANALYSIS ON 500 KV JAWA-BALI
POWER SYSTEM USING RADIAL BASE FUNCTION NEURAL
NETWORK (RBFNN)***

Name : Maulana Riza Hasbullah
Advisor : Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT.
Dr. Rony Seto Wibowo, ST., MT.

ABSTRACT

Technological advances led to the requirements for electrical power is increasing. So in order to give a good quality electricity needed some way of which is the analysis of stability. This final project will discuss about the stability of the voltage on the Java-Bali electricity system of 500 kV to avoid voltage collapse problems and worse is the black-out system. The ETAP program assisted with the analysis that is used to study load-flow with variable value is changed so that the imposition of the maximum power can be found at one of the bus so as not to exceed the conditions of the stability of voltage. The values obtained by changing the conditions of imposition of will be recorded and later made an input to the process of training and learning on the architecture of the Radial Base Function Neural Network (RBFNN). Obtain results of testing using RBFNN with 40 data training and 5 testing data retrieved the greatest error was 1,02% and MSE is worth $4,84748 \times 10^{-5} < 5 \times 10^{-5}$. with error of it, then the level of truth of prediction on RBFNN reached 98,98%.

Keywords : Voltage stability, NN, RBFNN, ETAP.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil 'Alamin, segala puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “**Analisis Kestabilan Tegangan Pada Sistem Kelistrikan Jawa – Bali 500 kV Menggunakan Radial Base Function Neural Network (RBFNN)**”

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan menyelesaikan jenjang pendidikan S1 pada Bidang Studi Teknik Sistem Tenaga, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Atas selesainya penyusunan Tugas Akhir ini, saya sebagai penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. ALLAH SWT karena tanpaNya penulis tidak akan bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua Orang tua dan kakak-kakak saya yang selalu medoakan, memberikan semangat dan memberikan motivasi agar saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat waktu.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT. selaku dosen pembimbing pertama yang telah bersedia memberikan saya saran untuk Tugas Akhir dan selalu memberikan bimbingan dalam mengerjakan Tugas Akhir dan membimbing untuk menyelesaikan masalah, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Rony Seto Wibowo, ST., MT. selaku dosen pembimbing kedua yang telah selalu memberikan masukan dalam mengerjakan Tugas Akhir dan bimbingan untuk dapat menyelesaikan masalah dan telah memberi masukan dalam buku agar Tugas Akhir ini dapat selesai tepat pada waktunya.
5. Teman-teman Lintas Jalur 2016 terutama stability squad yaitu Arwan, Imam, Yuangga yang telah banyak membantu saya dalam hal sharing ilmu untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Endah Sri Pawesti yang selalu memberikan saya dukungan dan semangat agar saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat waktu.
7. Semua pihak yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membantu penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Serta kepada semua pihak yang telah mebantu dalam masa perkuliahan dan pengerjaan Tugas Akhir. Besar harapan penulis dalam buku Tugas Akhir ini bisa memberikan masukan dan manfaat bagi pembaca. Penulis juga berharap mendapatkan kritik dan saran yang dapat membangun agar lebih baik lagi. Terima kasih

Surabaya, 26 Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
HALAMAN PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Metodologi Penelitian	2
1.5.1 Persiapan dan Studi Literatur	3
1.5.2 Pengumpulan Data	3
1.5.3 Simulasi sistem.....	3
1.5.4 Analisis Data	3
1.5.5 Penyusunan Laporan Tugas Akhir	3
1.6 Sistematika Laporan.....	3
1.7 Relevansi	4
BAB II ANALISIS KESTABILAN TEGANGAN.....	5
2.1. Konsep Dasar Kestabilan	5
2.2. Kestabilan Tegangan	6
2.2.1. Stabilitas Tegangan Gangguan Besar	7
2.2.2. Stabilitas Tegangan Gangguan Kecil	8
2.2.3. Stabilitas Tegangan Jangka Pendek.....	8
2.2.4. Kestabilan Jangka Panjang	8
2.3. Metode Analisa Pada Kestabilan Tegangan	9

2.4. Analisis Kestabilan Tegangan Berbasis Artificial Intelligence (AI)[5].....	10
2.4.1. Radial Base Function Neural Network (RBFNN).....	10
2.4.2. Fungsi Aktivasi	11
2.4.3. K-Means Clustering	12
2.4.4. Metode Kuadrat Terkecil (<i>Least Square</i>).....	13
2.4.5. Training RBFNN	13
BAB III PEMODELAN & METODOLOGI	15
3.1 Data Kelistrikan JAMALI 500 kV	15
3.2 Data Saluran Transmisi JAMALI tahun 2019	15
3.3 Data Kapasitas Pembangkitan JAMALI tahun 2019	19
3.4 Data Pembebanan GITET JAMALI tahun 2019.....	20
3.5 Metodologi Simulasi.....	22
BAB IV HASIL SIMULASI DAN ANALISIS	27
4.1. Hasil Kestabilan Tegangan Sistem Transmisi JAMALI 500 kV tahun 2019	27
4.2. Arsitektur RBFNN	48
4.2.1 Penentuan Nilai Masukan	48
4.2.2 Penentuan Nilai Keluaran	48
4.2.3 Tahap Pelatihan (<i>Training</i>)	48
4.2.4 Tahap Pengujian (Testing)	49
4.3. Pemodelan Radial Basis Function Neural Network (RBFNN) ...	49
BAB V PENUTUP	53
DAFTAR PUSTAKA	55
BIOGRAFI PENULIS	57
LAMPIRAN	59

DAFTAR GAMBAR

HALAMAN

Gambar 2.1 Kurva Hubungan Tegangan dan Daya Riil Pada Suatu Bus	7
Gambar 2.2 Arsitektir RBFNN.....	11
Gambar 3.1 Konfigurasi sistem JAMALI 500kV tahun 2019.....	15
Gambar 3.2 Flowchart Metodologi Simulasi.....	23
Gambar 4.1 Kombinasi Beban ke-1,.....	27
Gambar 4.2 Kombinasi Beban ke-2	28
Gambar 4.3 Kombinasi Beban ke-3	28
Gambar 4.4 Kombinasi Beban ke-4	29
Gambar 4.5 Kombinasi Beban ke-5	29
Gambar 4.6 Kombinasi Beban ke-6	30
Gambar 4.7 Kombinasi Beban ke-7	30
Gambar 4.8 Kombinasi Beban ke-8	31
Gambar 4.9 Kombinasi Beban ke-9	31
Gambar 4.10 Kombinasi Beban ke-10.....	32
Gambar 4.11 Kombinasi Beban ke-11.....	32
Gambar 4.12 Kombinasi Beban ke-12.....	33
Gambar 4.13 Kombinasi Beban ke-13.....	33
Gambar 4.14 Kombinasi Beban ke-14.....	34
Gambar 4.15 Kombinasi Beban ke-15.....	34
Gambar 4.16 Kombinasi Beban ke-16.....	35
Gambar 4.17 Kombinasi Beban ke-17.....	35
Gambar 4.18 Kombinasi Beban ke-18.....	36
Gambar 4.19 Kombinasi Beban ke-19.....	36
Gambar 4.20 Kombinasi Beban ke-20.....	37
Gambar 4.21 Kombinasi Beban ke-21.....	37
Gambar 4.22 Kombinasi Beban ke-22.....	38
Gambar 4.23 Kombinasi Beban ke-23.....	38
Gambar 4.24 Kombinasi Beban ke-24.....	39
Gambar 4.25 Kombinasi Beban ke-25.....	39
Gambar 4.26 Kombinasi Beban ke-26.....	40
Gambar 4.27 Kombinasi Beban ke-27.....	40
Gambar 4.28 Kombinasi Beban ke-28.....	41

Gambar 4.29 Kombinasi Beban ke-29	41
Gambar 4.30 Kombinasi Beban ke-30	42
Gambar 4.31 Kombinasi Beban ke-31	42
Gambar 4.32 Kombinasi Beban ke-32	43
Gambar 4.33 Kombinasi Beban ke-33	43
Gambar 4.34 Kombinasi Beban ke-34	44
Gambar 4.35 Kombinasi Beban ke-35	44
Gambar 4.36 Kombinasi Beban ke-36	45
Gambar 4.37 Kombinasi Beban ke-37	45
Gambar 4.38 Kombinasi Beban ke-38	46
Gambar 4.39 Kombinasi Beban ke-39	46
Gambar 4.40 Kombinasi Beban ke-40	47
Gambar 4.41 Data Target untuk 40 kondisi	47
Gambar 4.42 Grafik Perbandingan Data Training	50
Gambar 4.43 Grafik Regresi Data Training	51

DAFTAR TABEL

HALAMAN

Tabel 3.1 Data saluran sistem transmisi JAMALI 500kV tahun 2019 ..	16
Tabel 3.2 Data Pembangkitan pada Bus JAMALI tahun 2019.....	19
Tabel 3.3 Data Pembebanan GITET JAMALI tahun 2019	20
Tabel 4.1 Perbandingan Hasil Simulasi ETAP dengan RBFNN	52

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, kebutuhan akan listrik sangat penting seiring dengan perkembangan teknologi. Pulau Jawa dan Bali merupakan contoh pulau di Indonesia yang memiliki tingkat populasi dan perkembangan teknologi yang sangat pesat jika dibandingkan dengan pulau-pulau lain di Indonesia. Menurut UU No.30 Tahun 2009 Pasal 2 Ayat 2 menyatakan “Pembangunan ketenagalistrikan bertujuan untuk menjamin ketersediaan tenaga listrik dalam jumlah yang cukup, kualitas yang baik, dan harga yang wajar dalam rangka meningkatkan kesejahteraan dan kemakmuran rakyat secara adil dan merata serta mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan”, sehingga untuk memenuhi tujuan tersebut salah satunya adalah dengan memberikan kualitas yang baik pada sistem ketenagalistrikan di Indonesia.

Kestabilan tegangan merupakan salah satu hal penting yang perlu diperhatikan dalam memberikan kualitas yang baik seiring dengan semakin pesatnya pertumbuhan populasi manusia di Indonesia serta perkembangan teknologi yang sangat pesat. Perubahan beban yang tidak bisa diprediksi dapat menyebabkan kestabilan terganggu. Hal ini menjadi sebuah permasalahan bagaimana generator mampu merespon perubahan beban agar sistem tidak terjadi *voltage-collapse* yang kemungkinan terburuk dapat menyebabkan *black-out* sistem. Walaupun sistem di Indonesia telah ter-interkoneksi sehingga mampu menyediakan pasokan listrik yang handal dan efisien, sistem ini tetap membutuhkan analisis sebagai pembaruan dari sistem akibat penambahan beban. Dengan merujuk permasalahan tersebut, dalam tugas akhir ini akan dibahas mengenai analisis kestabilan tegangan pada sistem kelistrikan Jawa-Bali jaringan 500 kV yang dibantu dengan program ETAP untuk mendapatkan nilai daya maksimum di salah satu bus pada sistem

agar tidak melebihi batas kestabilan tegangan dengan variabel yang dirubah adalah kondisi beban. Nilai-nilai yang didapat dengan merubah kondisi pembebanan akan dicatat dan selanjutnya dijadikan masukan untuk proses *training and learning* pada arsitektur *Neural Network* (NN). Sehingga diharapkan apabila terdapat perubahan beban yang berbeda, NN dapat memproses kondisi tersebut dan mendapatkan keluaran berupa nilai daya maksimum pada salah satu bus. *Radial Base Function Neural Network* (RBFNN) dipilih karena memiliki respon kerja yang lebih cepat daripada algoritma NN yang lain.

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Analisis kestabilan tegangan sistem kelistrikan Jawa-Bali 500kV
2. Penggunaan RBFNN untuk mencari nilai daya maksimum saat perubahan / penambahan beban

1.3 Batasan Masalah

Batasan Masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Sistem yang dianalisis hanya pada sistem saluran transmisi Jawa-Bali jaringan 500 kV
2. Pengamatan dilakukan di salah satu bus pada sistem
3. Simulasi dilakukan menggunakan ETAP 12.6.0
4. Metode yang digunakan adalah RBFNN

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui batas ketidakstabilan sistem pada saat beban berubah/bertambah
2. Mengetahui daya maksimum pada saat terjadi perubahan/penambahan beban

1.5 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah :

Persiapan dan Studi Literatur

Tahap awal dalam penelitian ini dilakukan dengan mempersiapkan semua data yang dibutuhkan mulai dari *Single Line Diagram* (SLD) sistem, data parameter beban, dsb. Selain itu melakukan studi literatur dengan yang berkaitan dengan penelitian terkait seperti tentang RBFNN.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data-data parameter sistem kelistrikan tahun sesuai RUPTL 2017-2026 pada saluran transmisi sistem jawa-bali jaringan 500 kV

Simulasi sistem

Untuk analisis kestabilan tegangan dilakukan dengan simulasi menggunakan program ETAP 12.6.0 dengan memanfaatkan modul aliran daya yang tersedia

Analisis Data

Analisis data dilakukan guna mengetahui batas ketidakstabilan salah satu bus pada sistem transmisi Jawa-Bali 500kV akibat penambahan beban

Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Tahap akhir untuk penelitian ini adalah melakukan penyusunan laporan tugas akhir yang berisi data – data riil yang digunakan dan analisis dari kestabilan tegangan pada sistem serta penarikan kesimpulan.

1.6 Sistematika Laporan

Pembahasan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Pada bab pendahuluan, menjelaskan mengenai latar belakang pemilihan topik, perumusan masalah dan

batasannya. Bab ini juga membahas mengenai tujuan penelitian, metodologi, sistematika laporan, dan relevansi dari penelitian yang dilakukan.

Bab II Teori Dasar Kestabilan Tegangan serta Software Simulasi Yang Digunakan

Pada bab II ini dijelaskan tentang dasar sistem kestabilan terlebih mengenai kestabilan tegangan, penyebab terjadinya gangguan, macam-macam sistem transmisi serta software yang digunakan untuk mensimulasikan sistem.

Bab III Permodelan Sistem JAMALI

Bab III membahas mengenai permodelan serta bagaimana konfigurasi dari sistem JAMALI menggunakan software etap.

Bab IV Hasil Simulasi dan Analisis

Pada bab IV akan dituangkan hasil Simulasi yang telah dilakukan beserta analisis kestabilan tegangan menggunakan *Radial Base Function Neural Network* (RBFNN).

Bab V Penutup

Pada bagian bab penutup, dibahas mengenai kesimpulan dan saran dari hasil simulasi.

1.7 Relevansi

Hasil dari analisis kestabilan tegangan ini diharapkan dapat digunakan untuk memprediksi batas kestabilan tegangan bagi pihak terkait.

BAB II

ANALISIS KESTABILAN TEGANGAN

2.1. Konsep Dasar Kestabilan

Kestabilan sistem tenaga listrik merupakan kemampuan sistem untuk menjaga kondisi tetap dalam keadaan stabil. Ketika terjadi suatu gangguan sistem dapat kembali ke kondisi normal maka sistem tersebut bisa dikatakan stabil. Sistem tenaga listrik yang baik bisa memberikan pasokan energi listrik dengan besaran tegangan dan frekuensi sesuai dengan standart dan aturan yang berlaku secara terus menerus. Jaringan dengan kondisi kompleks yang terdapat beberapa pembangkit didalamnya dan saling interkoneksi satu dengan yang lain, perlu diperhatikan agar tidak terjadi kelebihan beban (*overload*) dan beban dibawah normal (*underload*) adalah keluaran daya listrik berupa tegangan dan frekuensi. Pada setiap detik beban yang terdapat pada sistem berubah karena variasi dinamis yang dimiliki setiap kondisi beban[1].

Berdasarkan kondisi yang beraneka ragam, pembangkit harus bisa memberikan pasokan daya listrik sesuai dengan kebutuhan beban. Akan tetapi beban yang mengalami perubahan bisa disebut sebagai gangguan pada sistem tenaga listrik karena terjadinya ketidakseimbangan antara permintaan energi listrik dengan pasokan daya listrik. Gangguan tersebut dapat berdampak pada sisi pembangkitan yang mengakibatkan pembangkit beroperasi lebih berat. Maka analisis kestabilan sistem tenaga listrik perlu dilakukan.

Berdasarkan sifatnya gangguan mengenai stabilitas sistem tenaga listrik dapat dibedakan menjadi :

1. Stabilitas Tetap (*steady state*)

Stabilitas tetap merupakan kemampuan sistem tenaga listrik dalam mempertahankan mesin ketika sistem dalam keadaan sinkron karena gangguan kecil. Putaran rotor akan mengalami keterlambatan ketika generator mengalami peningkatan beban, begitu juga sebaliknya putaran rotor akan semakin cepat ketika beban pada generator mengalami penurunan. Perubahan rotor dalam kondisi normal akan mengalami sedikit lebih lambat atau sedikit lebih cepat yang disebut *overshoot*. Dalam keadaan stabil osilasi akan tetap terjadi sampai berada pada posisi tertentu untuk kondisi beban baru. Mesin dapat dikatakan dalam

keadaan stabil dan osilasi memiliki *damping* yang baik ketika rotor berada pada kondisi tetap yang terjadi dalam waktu cepat.

2. Stabilitas Peralihan (*Transien*)

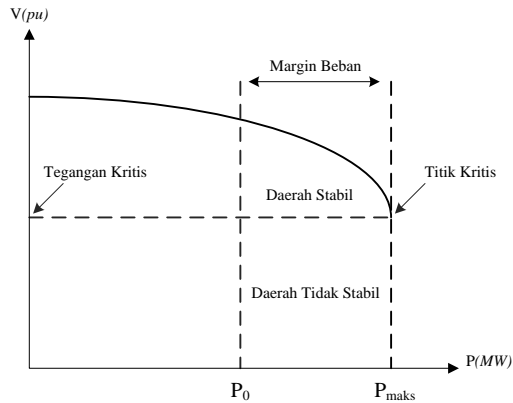
Kestabilan peralihan merupakan kemampuan suatu sistem tenaga mencapai keadaan stabil dalam operasi baru yang diterima setelah sistem mengalami gangguan besar. Pendekatan model non linier digunakan dalam analisis stabilitas transien. Keadaan yang lebih buruk dapat terjadi apabila pembangkit atau beban besar hilang dari sistem atau terjadi gangguan pada saluran transmisi. Pada kasus seperti itu stabilitas transien Harus cukup kuat dalam mempertahankan diri terhadap *shock* (kejutan) atau terjadi perubahan beban yang relatif besar.

3. Stabilitas Sub Peralihan (*Dynamic*)[2]

Kestabilan dinamik adalah kestabilan sistem tenaga listrik karena perubahan beban yang sangat kecil. Kecepatan sudut rotor dan tegangan pada terminal generator ikut berubah karena perubahan beban tersebut. Nilai tegangan generator mendekati tegangan nominalnya dan kecepatan sudut generator akan berayun disekitar kecepatan sinkron. Setelah mengalami perubahan beban (gangguan), kecepatan rotor kembali ke kecepatan sinkron sedangkan tegangan sedikit naik mendekati nilai tegangan nominal maka generator dapat dikatakan stabil.

2.2. Kestabilan Tegangan

Kestabilan Tegangan adalah keadaan bagaimana suatu sistem mampu mempertahankan tegangan secara cepat pada saat terjadi gangguan atau penambahan beban yang sangat besar sehingga mengakibatkan sistem menjadi tidak stabil secara tiba-tiba. Kestabilan tegangan bisa terjadi akibat gangguan kecil maupun gangguan besar. Sistem dikatakan stabil apabila tegangan pada saat kondisi tertentu untuk setiap bus mengalami kenaikan tegangan saat terjadi injeksi daya reaktif pada bus juga meningkat. Sedangkan sebuah sistem dikatakan tidak stabil apabila tegangan pada kondisi tertentu minimal di salah satu bus terjadi penurunan tegangan saat terjadi injeksi daya reaktif. Kondisi ini digambarkan dengan kurva P-V[3].



Gambar 2.1 Kurva Hubungan Tegangan dan Daya Riil Pada Suatu Bus

Faktor utama yang berkontribusi terhadap kondisi ketidakstabilan tegangan adalah penurunan tegangan pada saluran impedansi ketika aliran daya aktif dan reaktif mengalir melewatinya. Sehingga mengakibatkan berkurangnya kemampuan jaringan transmisi untuk transfer daya dan dukungan tegangan. Stabilitas tegangan suatu sistem akan terancam ketika gangguan daya reaktif mengangkat melebihi kapasitas berkelanjutan dari sumber daya reaktif yang tersedia. Stabilitas tegangan telah di kategorikan menjadi empat kategori :

1. Stabilitas tegangan gangguan besar
2. Stabilitas tegangan gangguan kecil
3. Stabilitas tegangan jangka pendek dan
4. Stabilitas tegangan jangka panjang.

2.2.1. Stabilitas Tegangan Gangguan Besar

Stabilitas tegangan gangguan besar ini mengacu pada kemampuan sistem untuk mempertahankan kestabilan tegangan, contoh dari gangguan besar adalah kesalahan sistem, kehilangan generator atau rangkaiian kontingensi. Kemampuan ini ditentukan oleh karakteristik beban sistem, dan interaksi dari perlindungan *continuous* dan diskrit.

2.2.2. Stabilitas Tegangan Gangguan Kecil

Stabilitas tegangan gangguan kecil ini berhubungan dengan kemampuan sistem untuk mempertahankan tegangan berada pada kondisinya ketika terjadi gangguan kecil seperti perubahan beban pada sistem. Bentuk kestabilan ini juga dipengaruhi oleh karakteristik beban, *continuous control* dan kontrol diskrit pada waktu tertentu. Pada dasarnya gangguan kecil ini bersifat *steady state*, sehingga dapat digunakan analisis statis untuk memperkirakan batas kestabilannya.

2.2.3. Stabilitas Tegangan Jangka Pendek

Kestabilan tegangan jangka pendek biasanya melibatkan komponen elektronika daya yang bekerja secara cepat seperti konverter motor listrik. Periode analisis yang dilakukan terjadi dalam waktu beberapa detik dalam persamaan diferensial.

Gangguan kestabilan tegangan jangka pendek mengakibatkan kedip tegangan (*voltage sags*) dan kenaikan tegangan (*swells*) [3].

1. Kedip Tegangan (*Voltage Sag*)

Kedip tegangan merupakan fenomena penurunan *magnitude* tegangan efektif terhadap harga nominalnya selama periode antara 0,5 cycle hingga 1 menit.

2. Kenaikan Tegangan (*Swells*)

Kenaikan tegangan merupakan fenomena peningkatan *magnitude* tegangan efektif terhadap harga nominalnya dengan durasi antara 0,5 cycle hingga 1 menit.

2.2.4. Kestabilan Jangka Panjang

Kestabilan tegangan jangka panjang melibatkan komponen / peralatan yang mempunyai unjuk kerja lebih lambat seperti tap changer transformator, beban yang diatur dengan termostatik dan pembatasan arus generator. Periode analisis yang dilakukan terjadi dalam waktu beberapa menit dan membutuhkan simulasi sistem dinamik jangka panjang.

Gangguan kestabilan tegangan jangka panjang mengakibatkan tegangan lebih (*overvoltage*) dan tegangan kurang (*undervoltage*).

1. Tegangan Lebih (*Overvoltage*)

Overvoltage merupakan peningkatan nilai efektif tegangan hingga melebihi 110 persen dari tegangan nominal ketika melebihi satu menit.

2. Tegangan Kurang (*Undervoltage*)

Undervoltage merupakan penurunan nilai efektif tegangan hingga melebihi 90 persen dari tegangan nominal ketika melebihi satu menit.

2.3. Metode Analisa Pada Kestabilan Tegangan

Metode untuk melakukan analisa pada kestabilan tegangan bermacam-macam diantaranya adalah analisa statis dan dinamik.

1. Metode Analisis Statis (*static analysis*)[4]

Metode analisis statis terdiri dari kumpulan persamaan aljabar yang mewakili sistem ketika keadaan stabil (*steady-state*). Hal tersebut memiliki tujuan untuk meninjau kelayakan titik *equilibrium* yang menggambarkan keadaan sistem saat pengoperasian untuk memilih nilai tegangan kritis di sistem. Keuntungan dalam metode ini adalah dapat memberikan informasi mengenai identifikasi faktor utama penyebab ketidakstabilan.

Informasi tersebut bias diperoleh dengan cara menggambar kurva P-V kemudian menentukan rangking indeks pada setiap bus. Tujuannya adalah untuk menganalisa batas tegangan pada sistem. Hal tersebut bias digunakan untuk jenis kasus ketika melakukan penambahan beban dan memberikan gangguan seperti lepasnya generator atau lepasnya saluran transmisi.

2. Metode Analisis Dinamis (*dynamic analysis*)

Metode analisis dinamis terdiri dari bangunan persamaan differensial dan aljabar pada permodelan sistem tenaga listrik. Pada metode ini memerlukan sumber daya komputasi karena yang cukup banyak, pemecahan solusi pada metode ini membutuhkan waktu yang banyak dan hasil yang diperoleh kurang bisa memberikan solusi mengenai tingkat kestabilan dan sensitifitas. Biasanya digunakan untuk pemodelan sistem tenaga listrik pada kondisi transien.

2.4. Analisis Kestabilan Tegangan Berbasis Artificial Intelligence (AI)[5]

Analisi kestabilan tegangan membutuhkan perhitungan dan proses yang panjang dan hanya berlaku untuk satu kondisi operasi. Sehingga jika kondisi berubah maka analisis dan perhitungan harus dilakukan lagi. mengingat kondisi sistem yang selalu berubah ubah setiap saat maka diperlukan metode AI untuk mengimplementasikannya secara *real time*.

Dengan menggunakan AI, untuk menganalisis kestabilan tegangan dapat dilakukan dengan cepat karena tidak mengandalkan perhitungan saja melainkan perkiraan hasil pembelajaran dari pengalaman. Dapat dicontohkan apabila kondisi operasi berubah ke kondisi yang baru yang belum pernah terjadi, maka AI dapat memprediksi tingkat perubahannya[6]. Jika perubahan tidak terlalu signifikan perubahannya, maka AI akan memberikan analisis yang sama dengan kondisi sebelumnya tanpa perlu menghitung. Dengan demikian metode AI dapat digunakan untuk evaluasi sistem dan kontrol kestabilan secara *online (real time)*.

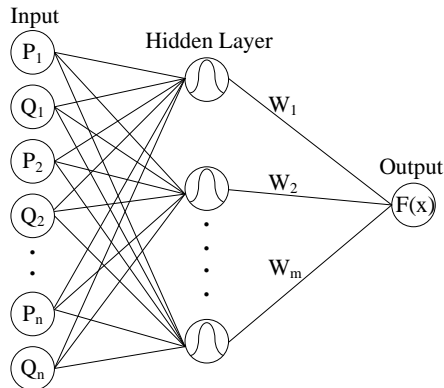
Sebagai contoh implementasi AI sebagai kontrol kestabilan, tugas akhir ini akan digunakan AI yaitu *Radial Base Function Neural Network (RBFNN)* untuk analisis kestabilan tegangan.

2.4.1. Radial Base Function Neural Network (RBFNN)

Radial Base Function Neural Network (RBFNN) merupakan salah satu dari permodelan jaringan syaraf tiruan. RBF adalah fungsi yang umum untuk digunakan dalam proses regresi. Fungsi RBF yang diterapkan dalam *multy layer perceptron (MLP)* jaringan syaraf yang disebut RBFNN. RBFNN hanya memiliki 1 *hidden layer* sehingga akan lebih cepat konvergen daripada MLP yang mempunyai *hidden layer* lebih dari satu. Selain itu, RBFNN juga dapat digunakan untuk menangani data *non linier* yang cocok untuk kondisi *real time*.

Dengan hanya memiliki 1 *hidden layer non linier* dan output linier, RBFNN akan dapat mempercepat komputasi. RBFNN juga dapat memberikan tingkat akurasi prediksi yang lebih baik pada mayoritas data pengujian. Fungsi aktivasi lain yang sering digunakan pada algoritma NN adalah fungsi sigmoid, sedangkan pada RBFNN menggunakan fungsi basis pada *hidden layer* dan fungsi *linier* pada *output*. Ciri khas RBFNN ini menyebabkan proses kerja RBFNN lebih cepat dibandingkan dengan algoritma NN yang lain[7].

Karena analisis kestabilan tegangan hanya dapat berlaku untuk satu kondisi saja, maka kondisi sistem tersebut yang akan dijadikan masukan pada RBFNN dan daya maksimal (P_{maks}) di salah satu bus beban dijadikan keluaran target yang linier. Sebagai contoh pada sistem jamali 500 kV yang mempunyai 43 bus beban, maka kondisi daya aktif (P) & daya reaktif (Q) di 42 bus beban akan dijadikan masukan dan P_{maks} pada 1 bus beban yang diamati sebagai target keluaran.



Gambar 2.2 Arsitektir RBFNN

Model RBFNN terdiri dari 3 lapisan yaitu lapisan *input*, *hidden layer* dan lapisan *output*. Lapisan input menerima masukan vektor berupa P & Q kemudian dibawa ke *hidden layer* yang nantinya akan mengolah data masukan tersebut sebagai fungsi aktivasi non linier. Selanjutnya keluaran dari *hidden layer* akan diproses lebih lanjut pada lapisan *output* sebagai data *linier*. Model RBFNN menggunakan fungsi dasar sebagai fungsi aktivasi untuk setiap *neuron* pada *hidden layer*.

2.4.2. Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi merupakan fungsi yang digunakan untuk menentukan keluaran suatu *neuron*. Salah satu fungsi aktivasi yang sering digunakan adalah fungsi *linier* dimana nilai *output* sama dengan nilai *input* nya.

Model RBFNN menggunakan fungsi basis sebagai fungsi aktivasi untuk setiap *neuron* pada *hidden layer*. Fungsi radial basis yang biasanya digunakan adalah fungsi *gaussian*.

$$\Phi(x) = e^{(-x^2/\sigma^2)} \quad (2.1)$$

Dengan :

Φ = *norm euclidean* antara vektor x dengan pusat neuron tersembunyi μ

$$x = \|x - \mu\|$$

Fungsi Gaussian ini bersifat lokal yaitu akan bernilai nol ($\Phi \rightarrow 0$) jika nilai x menuju nilai tak berhingga ($x \rightarrow \infty$), dan fungsi akan menuju nilai 1 ($\Phi \rightarrow 1$) jika nilai x menuju 0 ($x \rightarrow 0$).

2.4.3. K-Means Clustering

K-Means Clustering merupakan metode yang mempartisi data ke dalam cluster (kelompok) sehingga data yang mempunyai karakteristik sama dapat dikelompokkan dalam satu *cluster* yang sama dan data yang mempunyai karakteristik berbeda akan dimasukkan *cluster* yang lain. Langkah dari algoritma yang pertama adalah dengan menentukan banyaknya K-cluster yang diinginkan, lalu membangkitkan nilai random untuk pusat *cluster* awal (*centroid*) sebanyak k. kemudian algoritma akan menghitung jarak setiap data input terhadap masing-masing *centroid* menggunakan rumus jarak *Euclidean* hingga ditemukan jarak yang paling dekat dari setiap data dengan *centroid* dengan persamaan:

$$d(x_1, x_2) = \sqrt{(x_1 - \mu_j)^2} \quad (2.2)$$

Setelah itu akan diklasifikasikan setiap data berdasarkan kedekatan dengan *centroid* (jarak terkecil). Lalu mengupdate nilai *centroid*. Nilai *centroid* baru diperoleh dari rata-rata *cluster* yang bersangkutan dengan menggunakan rumus :

$$\mu_j(t+1) = \frac{1}{N_{sj}} \sum_{j \in S_j} x_j \quad (2.3)$$

Dengan :

$$\mu_j(t+1) = \text{centroid baru pada iterasi ke } (t+1)$$

$$N_{sj} = \text{banyak data pada cluster } S_j$$

Setelah itu proses mulai dari membangkitkan nilai *cluster* sampai mengupdate nilai *centroid* hingga anggota tiap *cluster* tidak ada yang berubah. Dengan demikian, nilai rata-rata pusat *cluster* (μ_j) pada iterasi terakhir akan digunakan sebagai parameter RBFNN.

2.4.4. Metode Kuadrat Terkecil (*Least Square*)

Design RBFNN akan membentuk pemetaan *nonlinier* dari variabel *input* ke *hidden layer* dan pemetaan *linier* dari *hidden layer* ke lapisan *output*. Oleh karena itu RBFNN akan melakukan optimasi hanya pada lapisan *output* yang dapat dilakukan dengan metode kuadrat terkecil (*least square*).

Jika diterapkan pada analisis regresi, metode kuadrat terkecil ini bertujuan untuk memudahkan penyelesaian optimasi. Pada RBFNN ini nilai *error* minimum dapat didapatkan dengan metode kuadrat terkecil. Pada metode ini dikenal istilah *training set* yang memuat elemen-elemen pasangan nilai-nilai dari variabel *input* dan variabel *output*.

2.4.5. Training RBFNN

Proses pelatihan pada RBFNN diawali dengan menginisialisasi pusat cluster hasil perhitungan K-Means, kemudian melakukan inisialisasi nilai spread (σ) dan menentukan sinyal input serta fungsi aktivasi. Setelah dilakukan semua inisialisasi, akan dihitung bobot baru Matriks W serta nilai output jaringan $y(x)$. Setelah itu data akan disimpan sebagai data *training*.

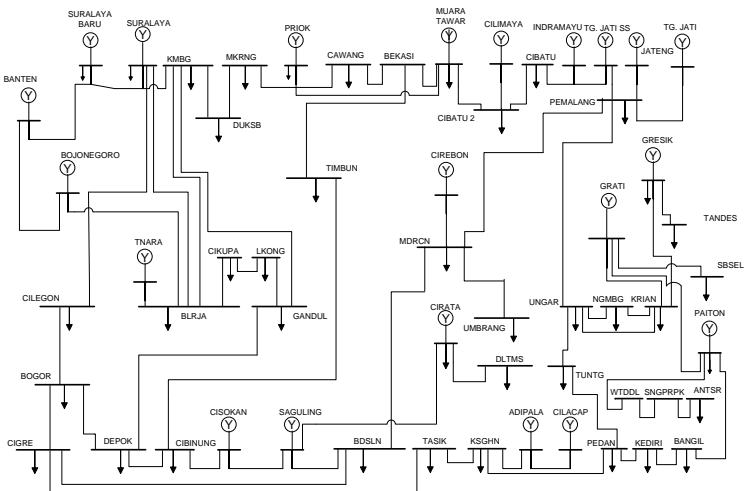
-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB III

PEMODELAN & METODOLOGI

3.1 Data Kelistrikan JAMALI 500 kV

Analisis kestabilan tegangan pada tugas akhir ini dilakukan pada sistem kelistrikan JAMALI saluran 500 kV tahun 2019. Berikut ini adalah *Single Line Diagram* (SLD) dari sistem kelistrikan JAMALI saluran 500 kV tahun 2019 yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Konfigurasi sistem JAMALI 500kV tahun 2019

3.2 Data Saluran Transmisi JAMALI tahun 2019

Data saluran dan bus yang digunakan sebagai masukan (input) simulasi diunjukkan pada tabel 3.1 dengan $MVA_{base} = 100 \text{ MVA}$ sehingga impedansi base / $Z_{base} = 2500 \Omega$ dan admintansi base / $Y_{base} = 0,0004 \text{ Siemens}$.

Tabel 3.1 Data saluran sistem transmisi JAMALI 500kV tahun 2019

DARI BUS	KE BUS	JARAK (km)	R (Ohm)	X (Ohm)	Y (Siemen)
BALARAJA	KEMBANGAN	32.85	0.01011	0.12384	0.0000096
BALARAJA	CIKUPA	9.25	0.01011	0.12384	0.0000096
BANDUNG SEL	SAGULING	39	0.012903	0.124794	0.0000095
BANDUNG SEL	UJUNG BERNG	32.89	0.031013	0.281756	0.0000004
BANTEN	SURALAYA-BR	0.87	0.015422	0.125518	0.0000094
BANTEN	BOJANEGARA	11.61	0.015422	0.125518	0.0000094
BEKASI	TAMBUN	10.56	0.015422	0.125518	0.0000094
BEKASI	CAWANG	16.84	0.031013	0.281756	0.0000004
BEKASI	MUARA TAWR	12.93	0.031013	0.281756	0.0000004
BOGORX	DEPOK	25.54	0.015422	0.125518	0.0000094
BOGORX	CIGERELENG	92.91	0.015422	0.125518	0.0000094
BOGORX	CILEGON	115.26	0.031013	0.281756	0.0000004
BOGORX	CIBINONG	22.47	0.031013	0.281756	0.0000004
BOJANEGARA	BALARAJA	60	0.015422	0.125518	0.0000094
CAWANG	MUARA TAWR	48	0.015422	0.125518	0.0000094
CIBATU	CIBATU BARU	5	0.012903	0.124794	0.0000095
CIBATU	DELTAMAS	2	0.012903	0.124794	0.0000095
CIBINONG	CISOKAN	68.61	0.012903	0.124794	0.0000095
CIGERELENG	TASIK	85.01	0.012903	0.124794	0.0000095
CIGERELENG	BANDUNG SEL	12.78	0.012903	0.124794	0.0000095
CIKUPA	LEKONG	20	0.01011	0.12384	0.0000096
CILACAP	ADIPALA	4.79	0.01011	0.12384	0.0000096
CILAMAYA	CIBATU BARU	45.67	0.01011	0.12384	0.0000096

Tabel 3.1 Data saluran sistem transmisi JAMALI 500kV tahun 2019 (lanjutan)

DARI BUS	KE BUS	JARAK	R	X	Y
		(km)	(Ohm)	(Ohm)	(Siemen)
CIRATA	DELTAMAS	43.1	0.012903	0.124794	0.0000095
CIRATA	SAGULING	25.17	0.015422	0.125518	0.0000094
CISOKAN	SAGULING	19.52	0.012903	0.124794	0.0000095
DEPOK	CIBINONG	15.57	0.015422	0.125518	0.0000094
DURIKOSAMBI	MUARA KRNG	15	0.01011	0.12384	0.0000096
DURIKOSAMBI	KEMBANGAN	3	0.01011	0.12384	0.0000096
GANDUL	LEKONG	16	0.015422	0.125518	0.0000094
GANDUL	DEPOK	5.92	0.015422	0.125518	0.0000094
GRATI	KRIAN	79.41	0.012903	0.124794	0.0000095
GRATI	SBSSEL	54.5	0.015422	0.125518	0.0000094
GRESIK	TNDES	10.5	0.012903	0.124794	0.0000095
GRESIK	KRIAN	23.9	0.015422	0.125518	0.0000094
IDMYU	DELTAMAS	90.17	0.01011	0.12384	0.0000096
IDMYU	TJATIA-SS	91.42	0.01011	0.12384	0.0000096
KEDIRI	BANGIL	85.7	0.012903	0.124794	0.0000095
KEMBANGAN	GANDUL	30.14	0.012903	0.124794	0.0000095
KESUGIHAN	ADIPALA	13.83	0.01011	0.12384	0.0000096
KESUGIHAN	PEDAN	196	0.012903	0.124794	0.0000095
MANDIRACAN	CIREBON	10	0.01011	0.12384	0.0000096
MANDIRACAN	PEMALANG	167	0.01011	0.12384	0.0000096
MANDIRACAN	BANDUNG SEL	119.3	0.01011	0.12384	0.0000096
MANDIRACAN	UJUNG BERNG	86.43	0.031013	0.281756	0.000004
MUARA TAWR	CIBATU BARU	34.37	0.012903	0.124794	0.0000095

Tabel 3.1 Data saluran sistem transmisi JAMALI 500kV tahun 2019 (lanjutan)

DARI BUS	KE BUS	JARAK	R	X	Y
		(km)	(Ohm)	(Ohm)	(Siemen)
NGIMBANG	KRIAN	50.98	0.031013	0.281756	0.000004
PAITON	WATUDODOL	131	0.01011	0.12384	0.0000096
PAITON	BANGIL	93.42	0.012903	0.124794	0.0000095
PAITON	GRATI	88.36	0.012903	0.124794	0.0000095
PEDAN	KEDIRI	204.5	0.012903	0.124794	0.0000095
PEDAN	TUNTANG	56	0.012903	0.124794	0.0000095
PEMALANG	JTENG	20	0.01011	0.12384	0.0000096
PEMALANG	TJATIA-SS	132	0.01011	0.12384	0.0000096
PRIOK	MUARA KRNG	10	0.01011	0.12384	0.0000096
PRIOK	MUARA TAWR	15	0.01011	0.12384	0.0000096
SEGARARUPEK	ANTOSARI	102.4	0.01011	0.12384	0.0000096
SURALAYA	SURALAYA-BR	1.25	0.01011	0.12384	0.0000096
SURALAYA	CILEGON	12.5	0.012903	0.124794	0.0000095
SURALAYA	BALARAJA	62.76	0.015422	0.125518	0.0000094
TAMBUN	CIBINONG	21.91	0.015422	0.125518	0.0000094
TANARA	BALARAJA	20.98	0.01011	0.12384	0.0000096
TANJUNG JATI	PEMALANG	181.2	0.01011	0.12384	0.0000096
TASIK	KESUGIHAN	108.5	0.012903	0.124794	0.0000095
UNGARAN	TANJUNG JATI	134.8	0.012903	0.124794	0.0000095
UNGARAN	PEMALANG	71.13	0.012903	0.124794	0.0000095
UNGARAN	TUNTANG	22	0.012903	0.124794	0.0000095
UNGARAN	KRIAN	254.2	0.015422	0.125518	0.0000094
UNGARAN	NGIMBANG	200.34	0.031013	0.281756	0.000004

Tabel 3.1 Data saluran sistem transmisi JAMALI 500kV tahun 2019 (lanjutan)

DARI BUS	KE BUS	JARAK	R	X	Y
		(km)	(Ohm)	(Ohm)	(Siemen)
WATUDODOL	SEGARARUPEK	4.12	0.01116	0.124705	0.0000095

3.3 Data Kapasitas Pembangkitan JAMALI tahun 2019

Data kapasitas pembangkitan pada bus yang digunakan sebagai masukan / inputan simulasi dengan $MVA_{base} = 100$ MVA dan tegangan base / $V_{base} = 500$ kV saat kondisi Peak ditunjukkan pada Tabel 3.2..

Tabel 3.2 Data Pembangkitan pada Bus JAMALI tahun 2019

No	BUS PEMBANGKIT	KAPASITAS (MW)	PEAK (MW)
1	SURALAYA BARU	588	370
2	SURALAYA	3612.5	1585
3	MUARA TAWAR	2889.2	1070
4	TANJUNG JATI	4887.2	2270
5	GRESIK	1680	750
6	CIRATA	1008	260
7	GRATI	710	560
8	SAGULING	700.74	160
9	ADIPALA	637.5	400
10	CILACAP	1637.5	1070
11	PAITON	4792.8	2440
12	PRIOK	800	550
13	BOJANEGARA	2000	1350

Tabel 3.2 Data Pembangkitan pada Bus JAMALI tahun 2019 (lanjutan)

No	BUS PEMBANGKIT	KAPASITAS (MW)	PEAK (MW)
14	TANARA	2000	1350
15	CIREBON	1000	670
16	INDRAMAYU	1000	670
17	TJATIA-SS	1320	800
18	CISOKAN	1040	540
19	CILAMAYA	1600	1010
20	JATENG	1900	1150
21	BANTEN	669.8	400

3.4 Data Pembebanan GITET JAMALI tahun 2019

Data pembebanan pada GITET yang digunakan sebagai masukan / inputan simulasi dapat dilihat pada Tabel 3.3 dibawah. Kondisi pembebanan GITET ini yang nantinya dijadikan acuan sebagai perubahan beban kondisi lain saat memprediksi menggunakan RBFNN.

Tabel 3.3 Data Pembebanan GITET JAMALI tahun 2019

No	GITET	PEAK (MW)
1	SURALAYA	27.9
2	SURALAYA BARU	65.9
3	MUARAKARANG	217.3
4	CILEGON	392.4
5	BALARAJA	901.9

Tabel 3.3 Data Pembebanan GITET JAMALI tahun 2019 (lanjutan)

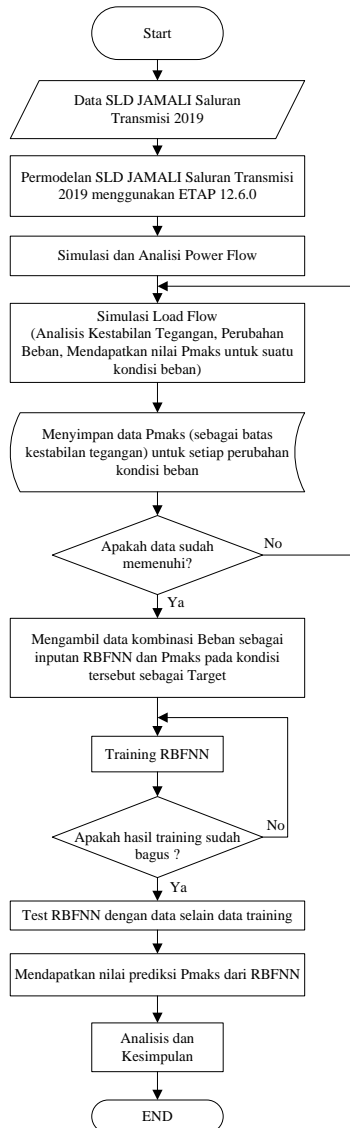
No	GITET	PEAK (MW)
6	CIKUPA	591.2
7	LEKONG	620.4
8	DURI KOSAMBI	542
9	PRIOK	624.4
10	KEMBANGAN	422.6
11	GANDUL	1094.6
12	DEPOK	440.9
13	BOGORX	212.7
14	BEKASI	348.4
15	CAWANG	691.3
16	MUARA TAWAR	285.4
17	TAMBUN	440.3
18	CIBINONG	475.2
19	CIGERELENG	353.1
20	TASIK	358.8
21	CIBATU BARU	328.5
22	CIBATU	803.5
23	DELTAMAS	412.8
24	CIRATA	182.2
25	MANDIRACAN	360.4
26	UJUNG BERUNG	352.7
27	BANDUNG SELATAN	165.5
28	KESUGIHAN	734

Tabel 3.3 Data Pembebanan GITET JAMALI tahun 2019 (lanjutan)

No	GITET	PEAK (MW)
29	PAMULANG	307.9
30	UNGARAN	118.9
31	TANJUNG JATI	507.5
32	TUNTANG	435.1
33	PEDAN	548.2
34	NGIMBANG	487.9
35	TANDES	263.5
36	GRESIK	44.8
37	KRIAN	864.2
38	SURABAYA SELATAN	495.4
39	GRATI	443.5
40	KEDIRI	710.2
41	BANGIL	418.9
42	PAITON	515.5
43	ANTOSARI	694.3

3.5 Metodologi Simulasi

Agar mendapatkan hasil yang diharapkan, maka perlu diketahui langkah – langkah dalam menjalankan simulasi tersebut. Simulasi dilakukan menggunakan 2 software yang berbeda, yaitu ETAP 12.6.0 untuk mencari nilai Pmaks sebagai batas kestabilan tegangan pada setiap kondisi yang berbeda. Kemudian kombinasi pembebanan dan Pmaks tersebut dijadikan masukan / inputan RBFNN untuk mendapatkan nilai prediksi Pmaks pada saat kondisi selain masukan / inputan RBFNN. Berikut adalah metodologi simulasi yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Flowchart Metodologi Simulasi

Dari Flowchart dapat diuraikan penjelasannya sebagai berikut :

1. Data SLD JAMALI Saluran Transmisi 2019

Untuk data JAMALI Saluran Transmisi 2019 ini didapatkan dari pihak terkait yaitu PLN. Sehingga data tersebut dapat dipertanggung-jawabkan.

2. Permodelan SLD JAMALI Saluran Transmisi 2019

Permodelan ini dilakukan menggunakan software ETAP 12.6.0. dimana pada ETAP 12.6.0 ini membutuhkan data yang cukup banyak sehingga dapat diasumsikan seperti kondisi riil.

3. Simulasi dan Analisis Power Flow

Simulasi dilakukan dengan software ETAP 12.6.0 karena terdapat beberapa tools sehingga mempermudah dilakukannya analisis.

4. Simulasi Load Flow

Analisis load flow merupakan salah satu modul yang disediakan oleh software ETAP 12.6.0. dengan analisi load flow ini dapat diketahui sejauh mana sistem dikatakan tidak stabil akibat perubahan beban di suatu bus. Sehingga dapat dikatakan beban maksimal di suatu bus tersebut (P_{maks}) sebagai batas kestabilan tegangan.

5. Menyimpan Data P_{maks}

Data P_{maks} adalah nilai pembebanan di suatu beban sehingga beban itu dapat dikatakan tidak stabil akibat perubahan tegangan yang cukup drastis. Sehingga data P_{maks} untuk setiap kondisi perubahan beban di seluruh bus beban ini nantinya akan disimpan sebagai masukan / inputan untuk RBFNN.

6. Training RBFNN

Setelah dikatakan data sudah cukup memenuhi, dilakukan simulasi RBFNN yang pada tugas kali ini menggunakan software MATLAB. Dengan kombinasi beban sebagai masukan RBFNN dan P_{maks} sebagai Target. Setelah masukan dan target sudah terisi, dilakukan training pada network dari RBFNN tersebut. Training ini dilakukan beberapa kali hingga dapat dikatakan RBFNN sudah siap untuk memprediksi dengan masukan yang lain.

7. Test RBFNN

Test RBFNN ini dilakukan dengan memasukkan data kombinasi beban sebagai masukan / inputan RBFNN. Data masukan pada test ini adalah selain data masukan pada saat

training. Sehingga nantinya NN diharapkan dapat memprediksi nilai P_{maks} untuk kondisi yang berbeda.

8. Analisis dan Kesimpulan

Setelah NN sudah dapat memprediksi nilai P_{maks} pada suatu kombinasi beban yang lain, hasil prediksi tersebut dapat dibandingkan dengan hasil ETAP 12.6.0 dan dapat dianalisis perbedaannya.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

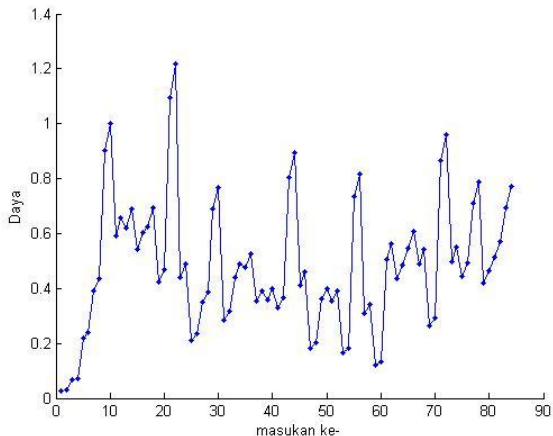
BAB IV

HASIL SIMULASI DAN ANALISIS

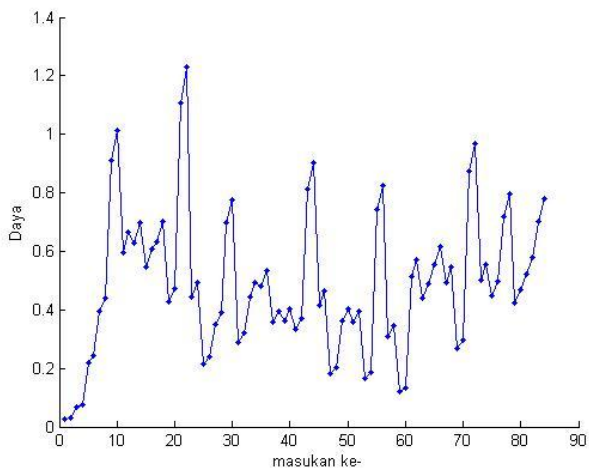
4.1. Hasil Kestabilan Tegangan Sistem Transmisi JAMALI 500 kV tahun 2019

Setelah didapat permodelan sistem transmisi JAMALI 500 kV pada *Single Line Diagram (SLD)* yang menggunakan software ETAP 12.6.0 , selanjutnya dilakukan analisis kestabilan tegangan dengan Bus Beban Gresik sebagai bus yang diamati dan bebannya ditambah terus menerus hingga program ETAP 12.6.0 menyatakan bahwa sistem *not convergen* (tidak stabil). Hal ini dilakukan terus menerus dengan merubah kondisi seluruh beban di sistem transmisi JAMALI 500 kV dengan tetap mengamati bus beban gresik. Dari hasil simulasi tersebut, akan dijadikan masukan untuk metode RBFNN. Dimana kombinasi beban (selain bus beban gresik) akan dijadikan masukan dan Pmaks sebagai data target.

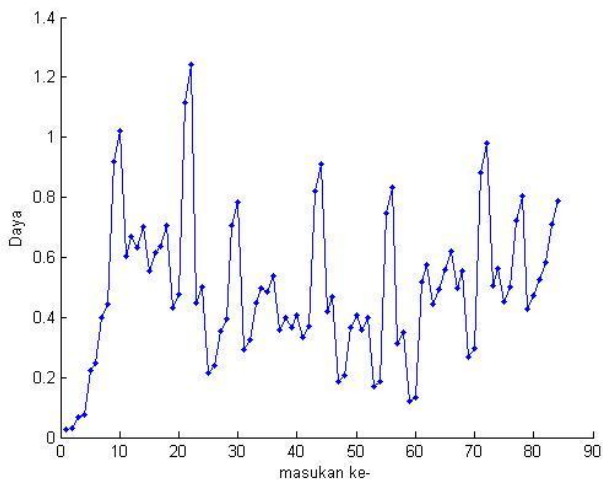
Untuk kombinasi pembebanan pada sistem JAMALI 500 kV yang telah dilakukan dan nantinya dijadikan data input serta data Pmaks sebagai target dapat dilihat pada gambar grafik dibawah ini.



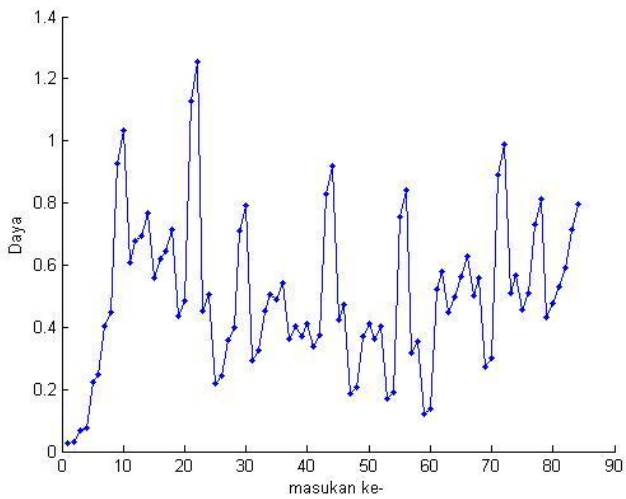
Gambar 4.1 Kombinasi Beban ke-1



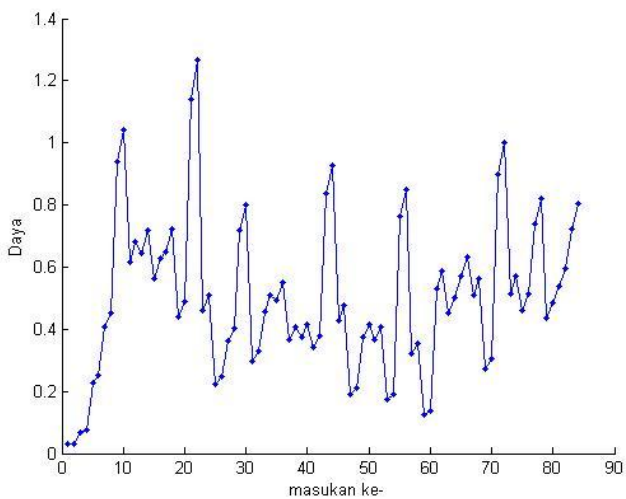
Gambar 4.2 Kombinasi Beban ke-2



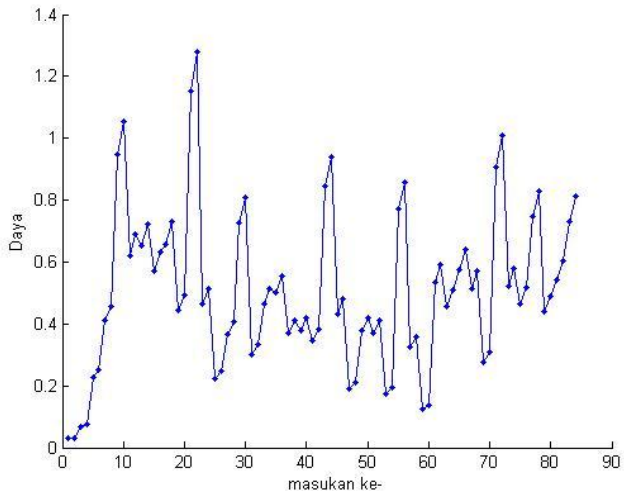
Gambar 4.3 Kombinasi Beban ke-3



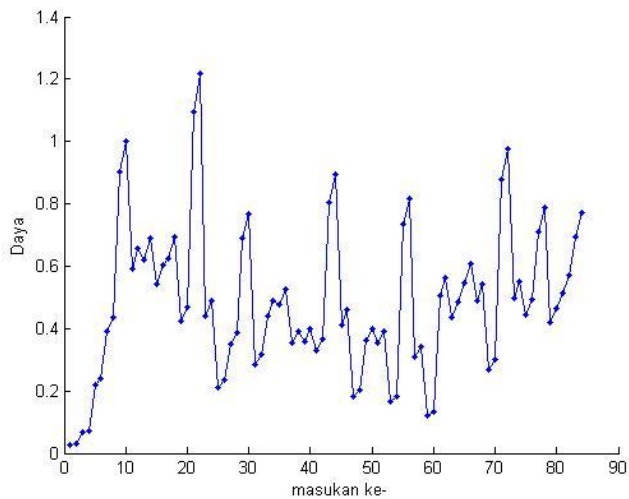
Gambar 4.4 Kombinasi Beban ke-4



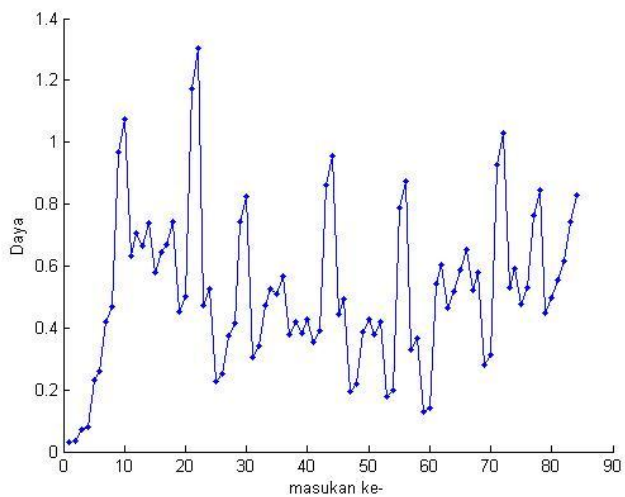
Gambar 4.5 Kombinasi Beban ke-5



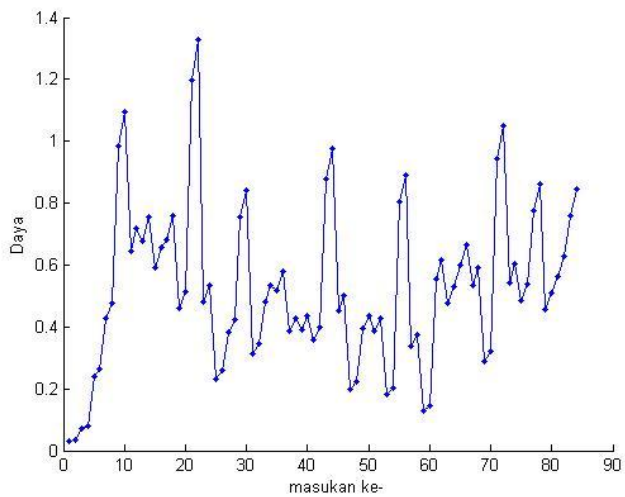
Gambar 4.6 Kombinasi Beban ke-6



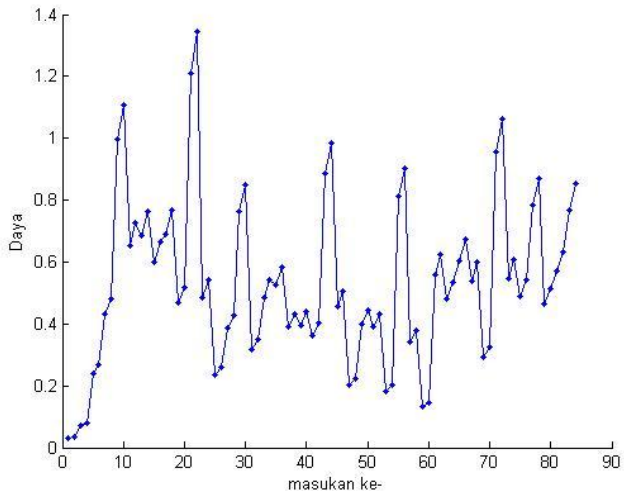
Gambar 4.7 Kombinasi Beban ke-7



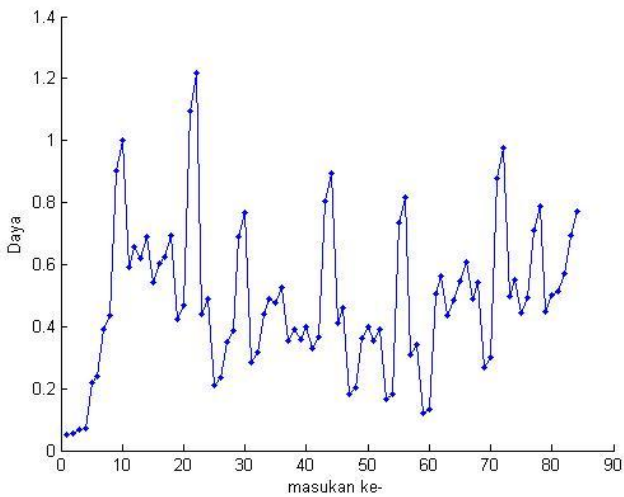
Gambar 4.8 Kombinasi Beban ke-8



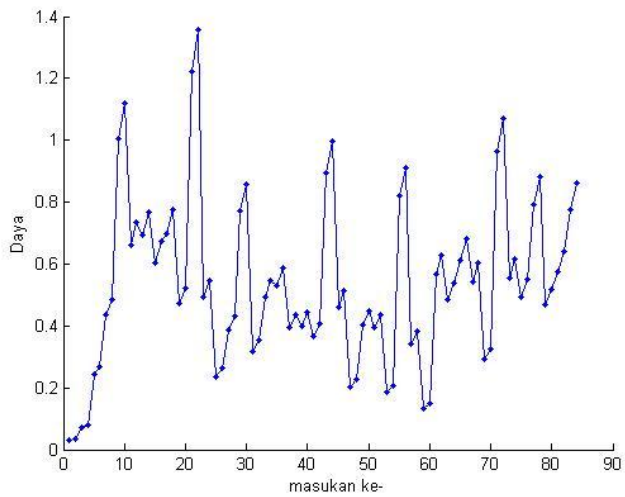
Gambar 4.9 Kombinasi Beban ke-9



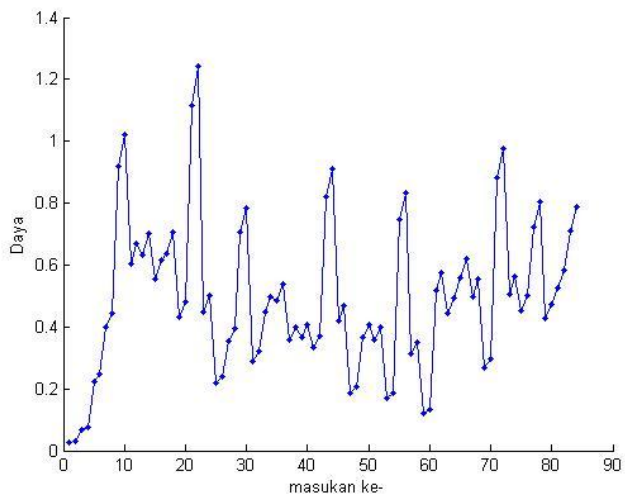
Gambar 4.10 Kombinasi Beban ke-10



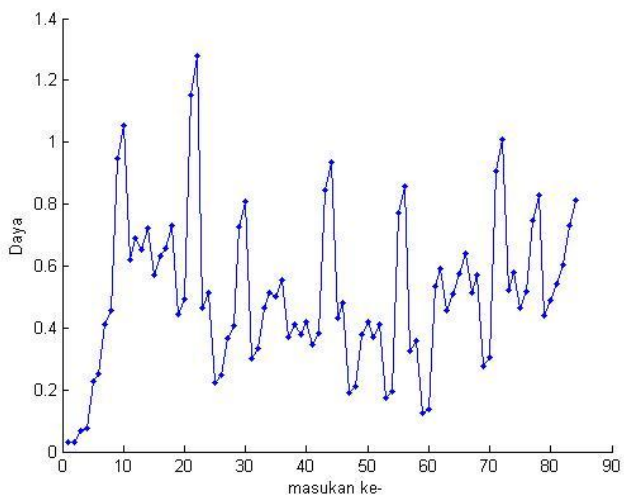
Gambar 4.11 Kombinasi Beban ke-11



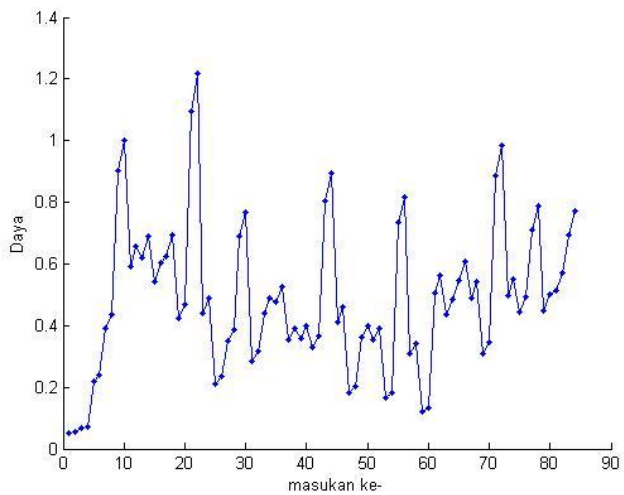
Gambar 4.12 Kombinasi Beban ke-12



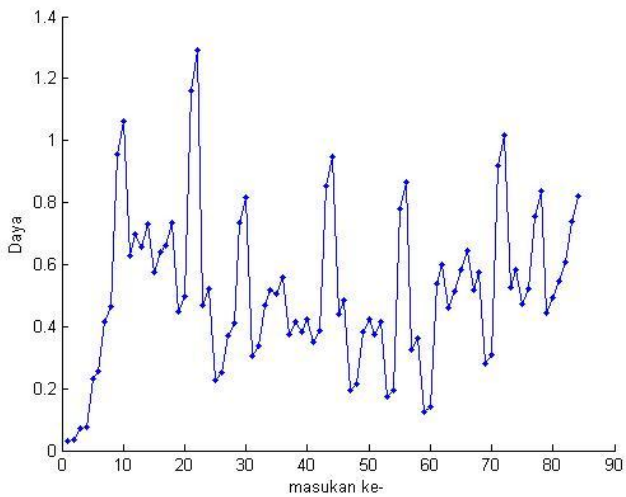
Gambar 4.13 Kombinasi Beban ke-13



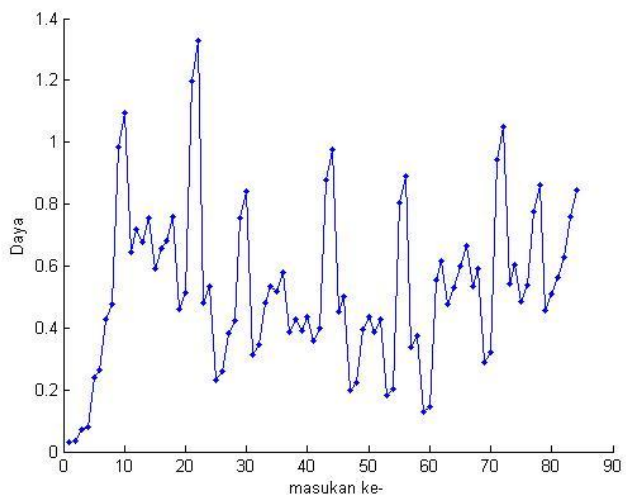
Gambar 4.14 Kombinasi Beban ke-14



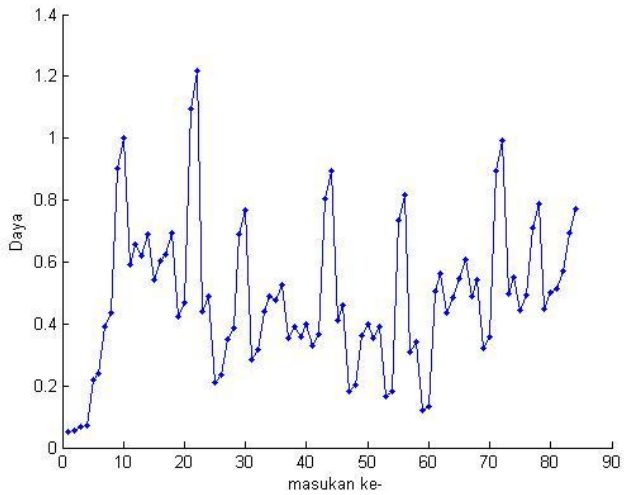
Gambar 4.15 Kombinasi Beban ke-15



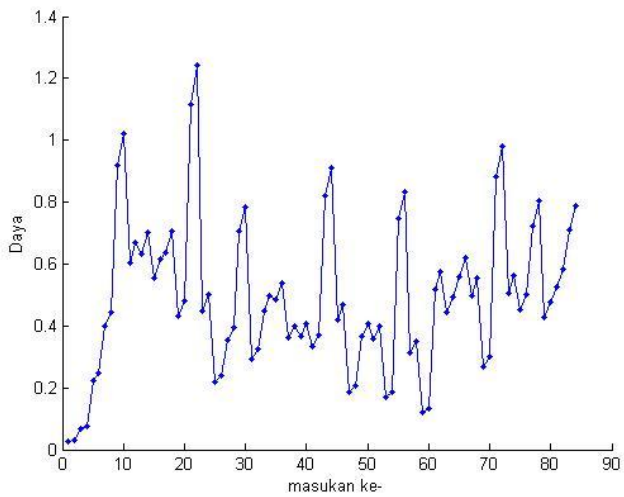
Gambar 4.16 Kombinasi Beban ke-16



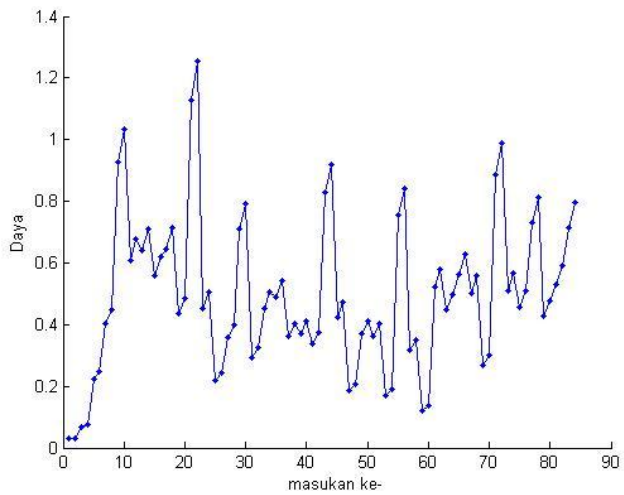
Gambar 4.17 Kombinasi Beban ke-17



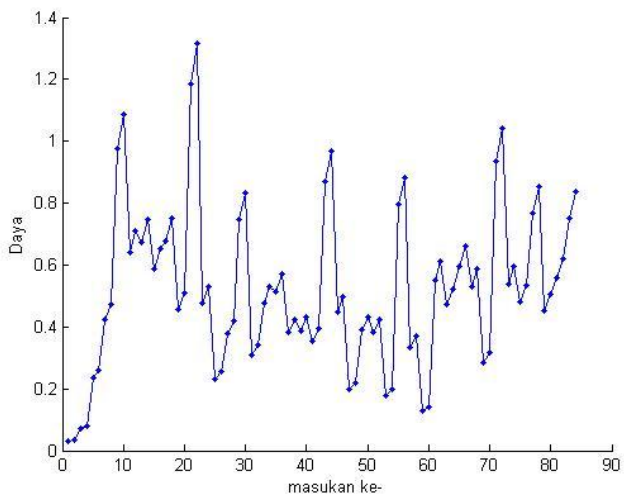
Gambar 4.18 Kombinasi Beban ke-18



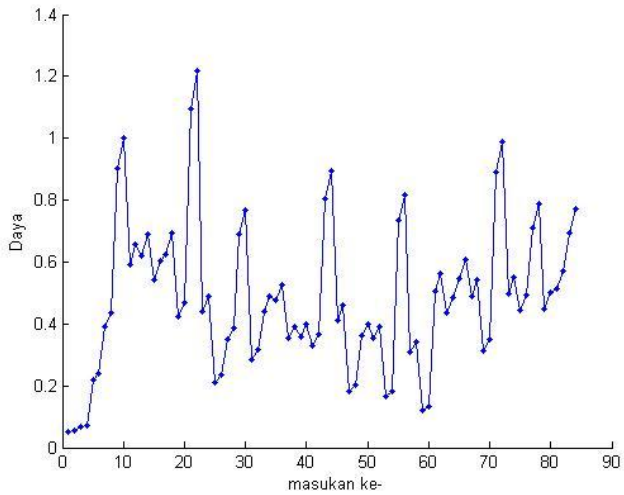
Gambar 4.19 Kombinasi Beban ke-19



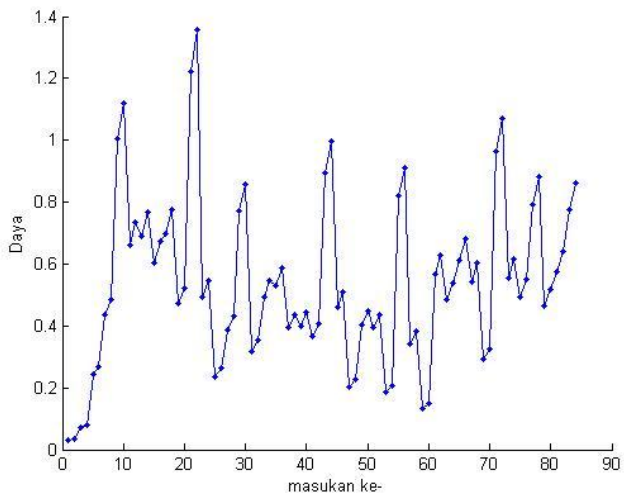
Gambar 4.20 Kombinasi Beban ke-20



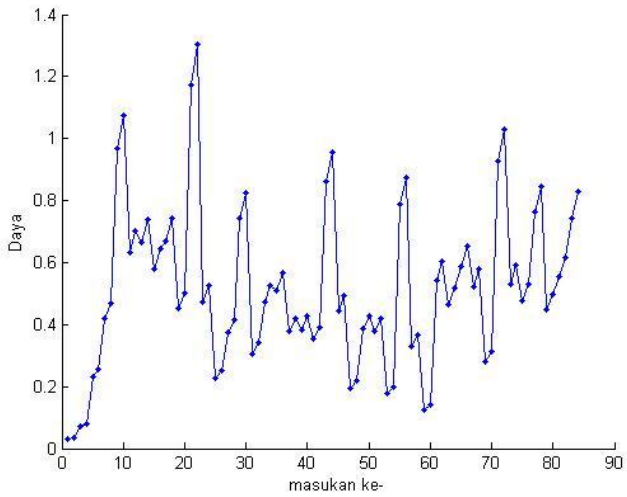
Gambar 4.21 Kombinasi Beban ke-21



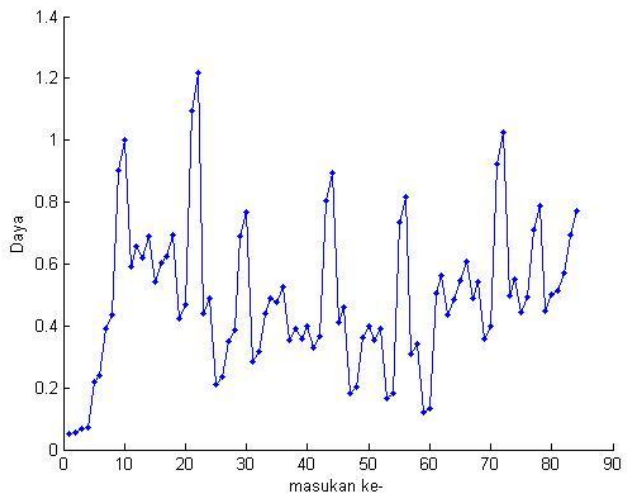
Gambar 4.22 Kombinasi Beban ke-22



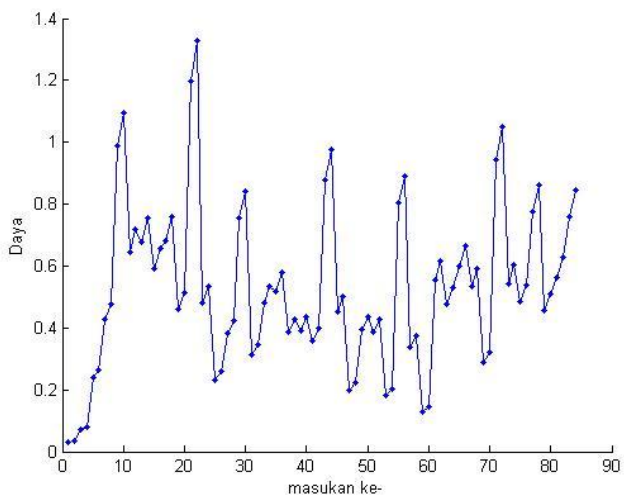
Gambar 4.23 Kombinasi Beban ke-23



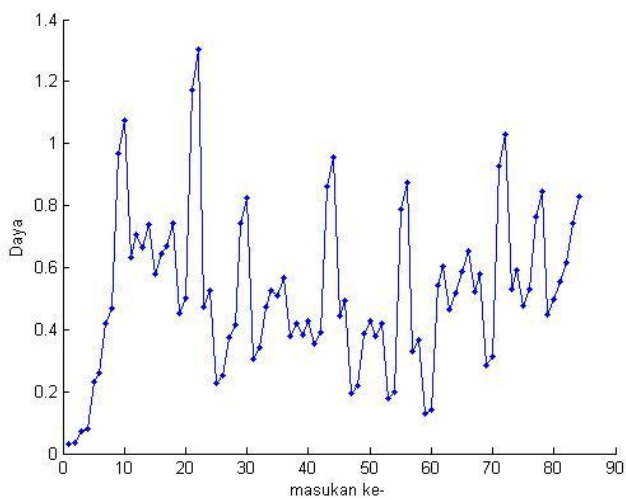
Gambar 4.24 Kombinasi Beban ke-24



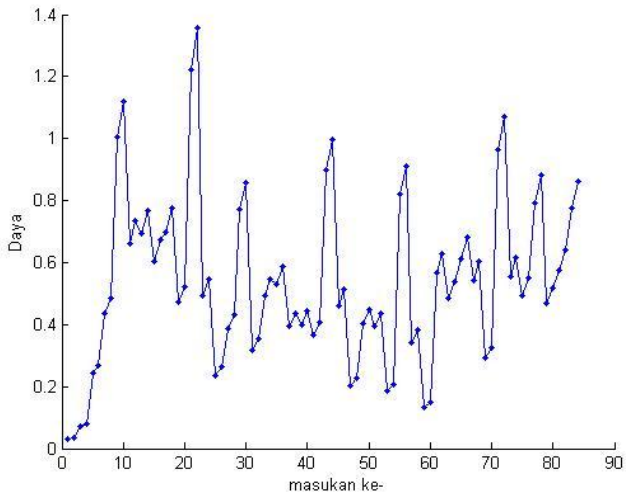
Gambar 4.25 Kombinasi Beban ke-25



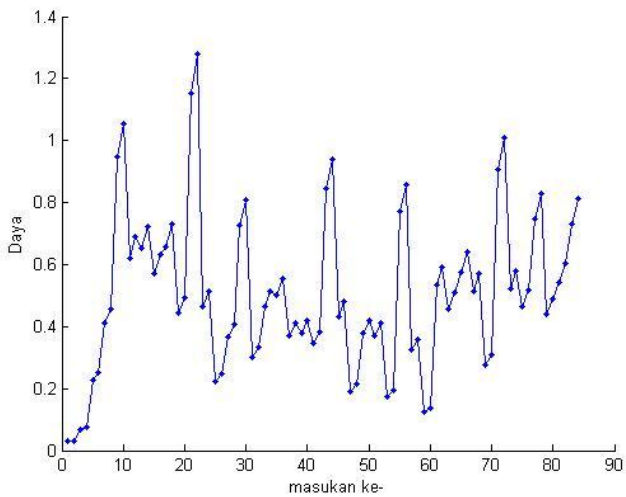
Gambar 4.26 Kombinasi Beban ke-26



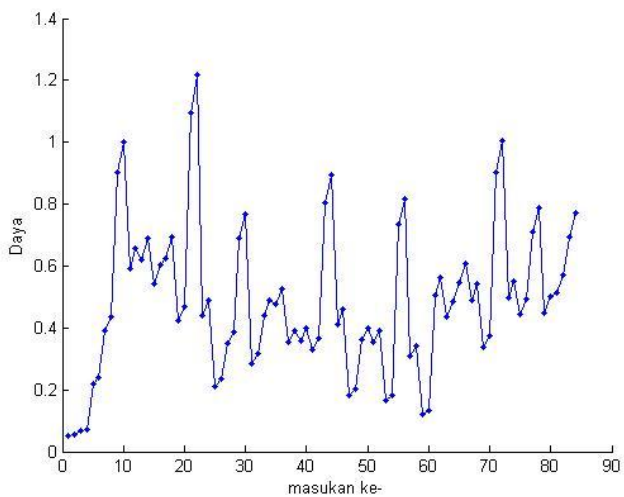
Gambar 4.27 Kombinasi Beban ke-27



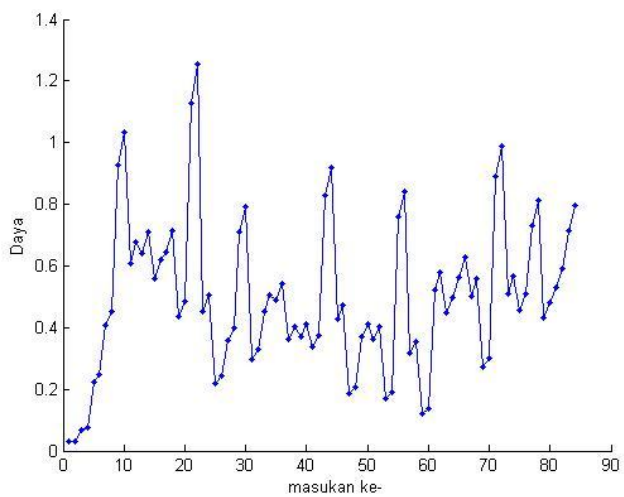
Gambar 4.28 Kombinasi Beban ke-28



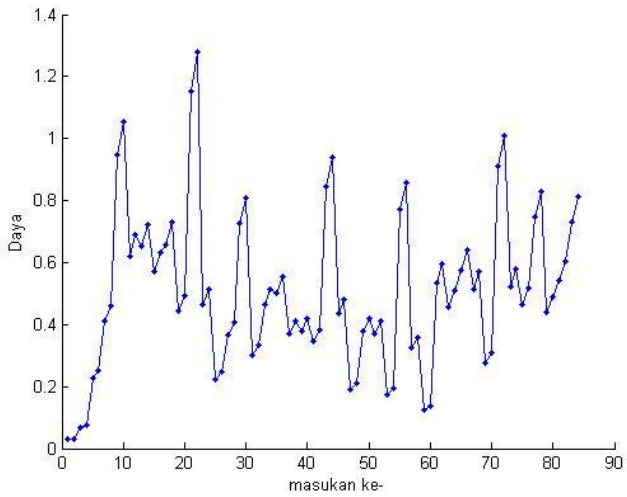
Gambar 4.29 Kombinasi Beban ke-29



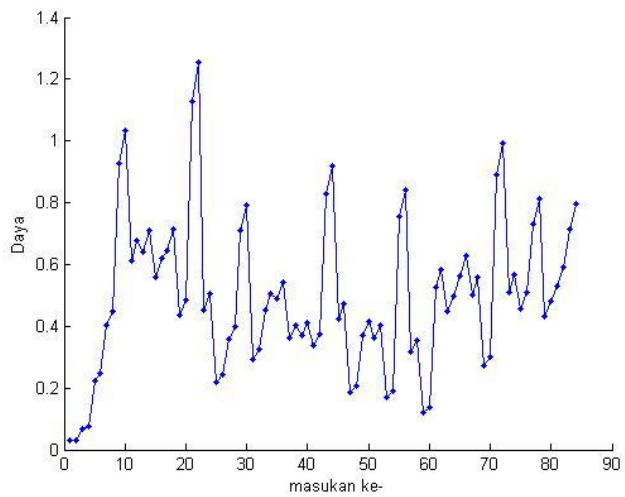
Gambar 4.30 Kombinasi Beban ke-30



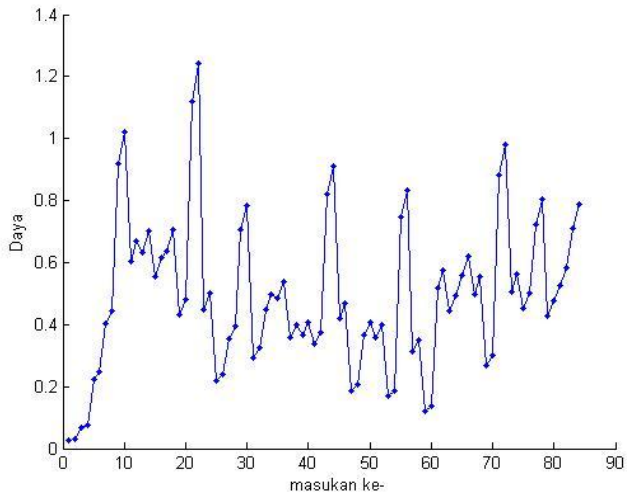
Gambar 4.31 Kombinasi Beban ke-31



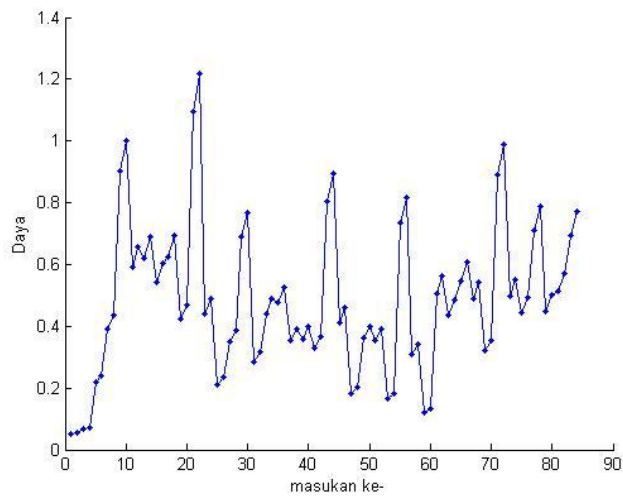
Gambar 4.32 Kombinasi Beban ke-32



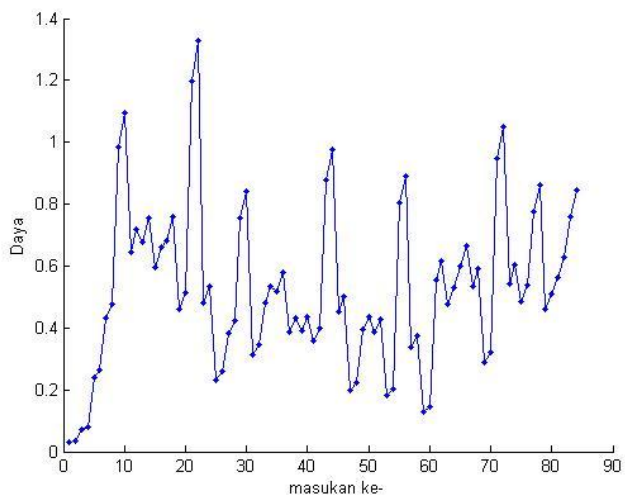
Gambar 4.33 Kombinasi Beban ke-33



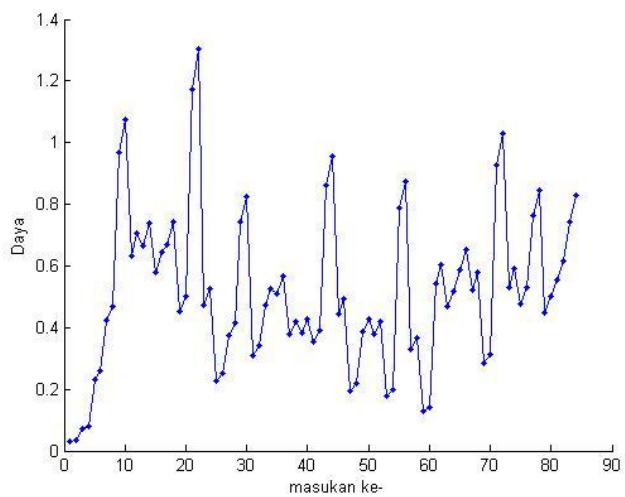
Gambar 4.34 Kombinasi Beban ke-34



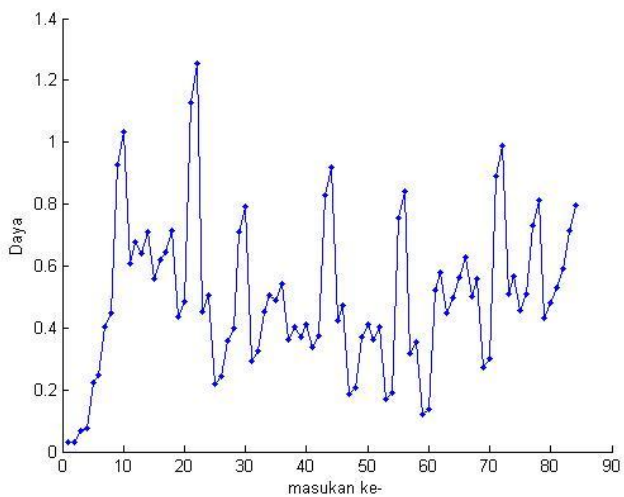
Gambar 4.35 Kombinasi Beban ke-35



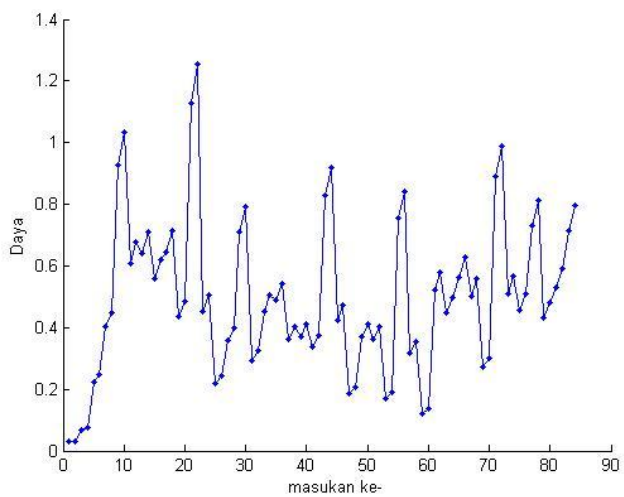
Gambar 4.36 Kombinasi Beban ke-36



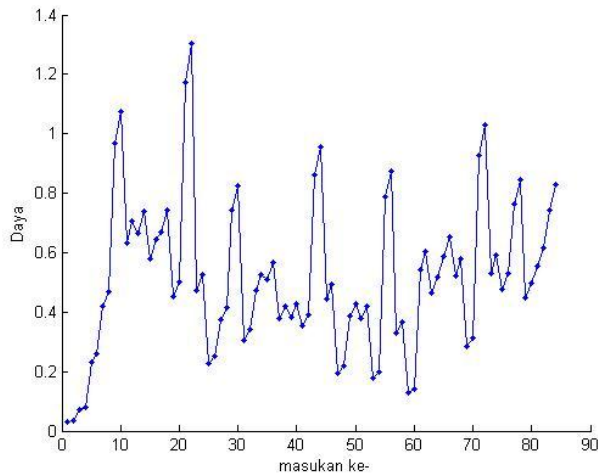
Gambar 4.37 Kombinasi Beban ke-37



Gambar 4.38 Kombinasi Beban ke-38

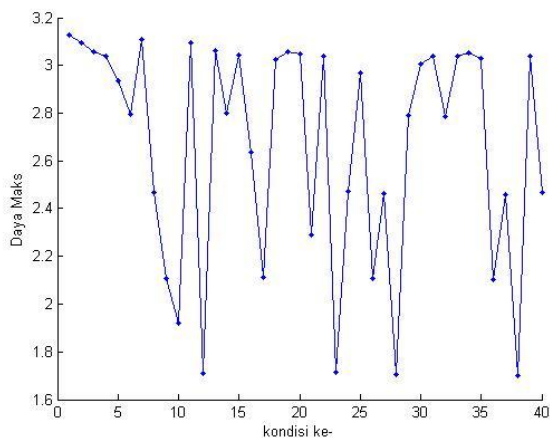


Gambar 4.39 Kombinasi Beban ke-39



Gambar 4.40 Kombinasi Beban ke-40

Gambar 4.1 hingga Gambar 4.40 adalah kondisi beban yang nantinya akan dijadikan masukan pada RBFNN. Sedangkan untuk data targetnya dapat dilihat pada Gambar 4.41 dibawah ini.



Gambar 4.41 Data Target untuk 40 kondisi

4.2. Arsitektur RBFNN

RBFNN adalah salah satu metode AI untuk memodelkan suatu sistem menggunakan konsep pendekatan fungsi basis radial pada *hidden layer* untuk mengatur bobot pada arsitektur RBFNN. RBFNN ini hanya mempunyai 1 hidden layer sehingga proses akan lebih sederhana. Pada prosesnya, RBFNN ini mempunyai 2 step yaitu pelatihan dan pengujian. Dimana masukan yang digunakan akan dibagi menjadi dua (2) yaitu untuk pelatihan dan pengujian. Pada proses pelatihan akan didapatkan karakteristik dari keluaran yang ditargetkan. Karakteristik pelatihan tersebut nantinya akan dijadikan acuan untuk melakukan pengujian dengan data masukan yang lain untuk mendapatkan prediksi keluaran yang pada tugas akhir kali ini berupa Pmaks.

4.2.1 Penentuan Nilai Masukan

Masukan ini didapat dari daya disetiap bus beban selain beban yang diamati. Pada tugas akhir kali ini untuk bus yang diamati adalah dipilih bus gresik. Sehingga daya pada bus beban selain di bus gresik akan dijadikan masukan pada RBFNN. Untuk satu (1) kondisi dianggap sebagai 1 masukan pada RBFNN yang pada satu kondisi tersebut merupakan kombinasi daya pada bus beban selain bus yang diamati. Sehingga bisa dikatakan bahwa masukan untuk memodelkan RBFNN adalah 40 kondisi dikalikan 42 bus beban selain bus yang diamati.

4.2.2 Penentuan Nilai Keluaran

Keluaran adalah data yang diinginkan menjadi data target. Keluaran ini adalah data yang ingin dimodelkan menggunakan parameter lain. Dengan kata lain hasil keluaran adalah prediksi dari RBFNN. Untuk tugas akhir ini data keluaran yang digunakan adalah nilai Pmaks pada bus beban yang diamati, yaitu bus gresik.

4.2.3 Tahap Pelatihan (*Training*)

Pada tahap ini data masukan akan di *training* untuk mengetahui pola dan karakteristik untuk menghasilkan data target. Pada proses ini, dimaksudkan agar RBFNN dapat mempelajari karakteristik tersebut sehingga nantinya akan dapat memprediksikan keluaran baru dengan

data masukan selain data yang di *training* kan pada RBFNN. Pembelajaran ini dilakukan dengan cara memperbaiki bobot setiap layer untuk tiap iterasi, dan tiap iterasi akan membentuk sebuah neuron. Neuron yang mempunyai nilai total error terkecil akan dijadikan sebagai neuron baru. Setelah itu, error pada jaringan akan dicek ulang hingga nilainya sudah sangat kecil dan iterasi akan dihentikan, namun apabila error masih cukup besar akan ditambahkan neuron berikutnya dan begitu seterusnya.

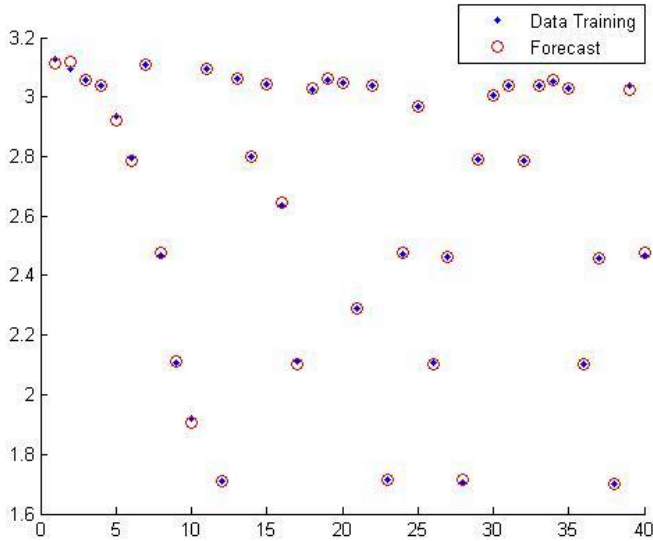
4.2.4 Tahap Pengujian (Testing)

Di tahap ini RBFNN yang sudah di training akan mampu mengenali masukan baru sesuai dengan karakteristik yang telah dipelajari pada tahap sebelumnya. Hal ini diharapkan RBFNN mampu memprediksi nilai keluaran sesuai dengan target yang diharapkan. Jika data yang digunakan tidak mempunyai karakteristik, maka hasil prediksi akan mempunyai error yang cukup besar. Karena RBFNN tidak mampu memodelkan dan mengenali nilai masukan yang baru.

4.3. Pemodelan Radial Basis Function Neural Network (RBFNN)

Pada tugas akhir ini akan memodelkan kestabilan tegangan sistem transmisi JAMALI 500 kV tahun 2019. Karena masukan untuk RBFNN adalah 40 kondisi kombinasi beban yang berbeda, maka dengan data tersebut diharapkan RBFNN dapat memprediksikan batas kestabilan tegangan JAMALI 500 kV tahun 2019 pada saat kondisi real time. Sehingga pada kondisi beban seperti apapun dapat diketahui batas pembebanan maksimum (P_{maks}) yang diperbolehkan pada satu bus tertentu agar tidak sampai melebihi batas kestabilan tegangannya.

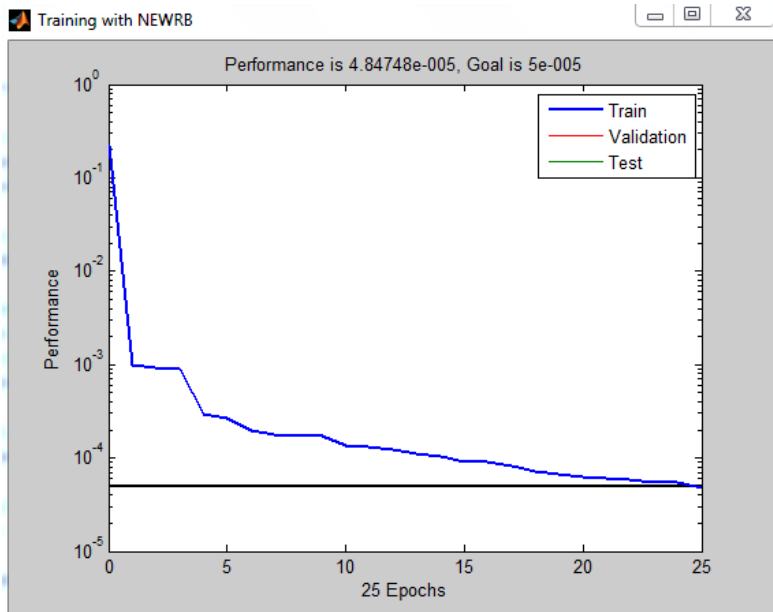
Pada saat tahap pelatihan / *training* akan selalu muncul nilai error, terlebih apabila data terlalu sedikit atau terlalu banyak pola. Maka untuk melihat apakah RBFNN sudah dapat dilakukan *testing* atau belum dapat dilihat dari plotting perbandingan antara data real dengan data *forecast* oleh RBFNN. Untuk plotting perbandingan dapat ditampilkan pada Gambar 4.42 dibawah ini.



Gambar 4.42 Plotting Perbandingan Data Training

Jika dilihat dari Gambar 4.42 masih terdapat sedikit perbedaan antara data real dengan data peramalan oleh RBFNN pada saat training, namun tidak terlalu signifikan. Oleh karena itu, RBFNN dianggap sudah dapat melakukan pengujian dengan memberikan data masukan sebagai data *test*.

Selain plotting data real dengan forecast terlihat mempunyai nilai yang tidak terlalu jauh. Dapat dilihat juga dari grafik *performance* dari pemodelan RBFNN. Dengan nilai $MSE = 4.84748 \times 10^{-5} < 5 \times 10^{-5}$ dan iterasi berhenti pada epoch ke 25. MSE merupakan *error* jaringan dimana *error* disetiap *neuron* dirata-ratakan. Error pada setiap neuron akan diperbaiki pada setiap iterasi. Jika *error* yang baru lebih kecil, maka *error* yang lama akan diganti sedangkan apabila *error* yang baru lebih besar, maka *error* yang lama akan dipertahankan.



Gambar 4.43 Grafik Performance Data Training

Hasil training 40 data dengan nilai MSE yang sudah mendekati nilai nol (0), sehingga proses testing dapat dilakukan. Pada tugas akhir ini akan diuji dengan 5 data pengujian. Dan dari 5 data pengujian tersebut nantinya akan dibandingkan lagi dengan hasil simulasi ETAP sebagai pembandiing. Perbandingan hasil simulasi ETAP dengan prediksi RBFNN dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Perbandingan Hasil Simulasi ETAP dengan RBFNN

	Data Test 1	Data Test 2	Data Test 3	Data Test 4	Data Test 5
Hasil Simulasi ETAP (MW)	3034.834	3057.288	2793.065	2107.095	1707.97
Hasil Peramalan RBFNN (MW)	3030	3088.5	2796.8	2100.1	1713.9
Error (%)	0.159	1.021	0.133	0.331	0.347

Dari data pada Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa masih terdapat $\pm 1,02\%$ error yang ditimbulkan oleh RBFNN. Sehingga dari hasil diatas dapat dikatakan bahwa hasil prediksi dari RBFNN sudah cukup baik dengan prosentase kebenaran prediksi mencapai 98,98%.

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari simulasi dan analisis pada tugas akhir ini dapat diambil kesimpulan:

1. analisis kestabilan tegangan dapat dilakukan dengan simulasi menggunakan program ETAP 12.6.0 dengan cara menambah beban pada satu bus yang diamati sampai program menyatakan *not converge*. Dan bus yang diamati pada penelitian ini adalah bus beban Gresik.
2. Nilai Pmaks pada satu bus yang diamati merupakan nilai dari batas kestabilan tegangannya.
3. Analisis kestabilan tegangan dapat dilakukan secara *real time*, yaitu dengan menggunakan metode AI salah satu diantaranya adalah berupa RBFNN.
4. Hasil prediksi RBFNN menggunakan 40 data *training* dan 5 data *testing* didapat *error* sebesar $\pm 1,02\%$ sehingga prosentase kebenaran prediksi RBFNN mencapai 98,98%.

5.2 SARAN

Setelah dilakukannya analisis dan pengamatan, saran yang mampu diberikan agar lebih baik yaitu:

1. Agar dapat diimplementasikan secara riil dan digunakan pada kondisi *real time*, maka data analisis kestabilan tegangan sebagai masukan RBFNN diperlukan data kondisi yang lebih banyak lagi, sehingga RBFNN dapat mengikuti kondisi sebenarnya.
2. Perlu dicoba untuk pengamatan pada bus beban yang lain sebagai perbandingan.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. M. Glavir, "Power System Voltage Stability," University of Liege.
- [2] M. Joorabian, "Voltage Stability Evaluation of The Khouzestan Powr System in Iran Using CPF Methode and Modal Analysis," *IEEE*, 2010.
- [3] E. R. Aprierwanto, "Analisis Stabilitas Tegangan Menggunakan Reaktor Shunt Pada Sistem Transmisi JAMALI 500kV Tahun 2018," 2017, Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2017.
- [4] O. Penangsang, "Diktat Kuliah Analisis Sistem Tenaga," Departemen Teknik Elektro, Institute Teknologi Sepuluh Nopember.
- [5] S. Prof. DR. Ir. Adi, *Analisa Kestabilan Multy Generator dengan Konsep Mesin Tunggal*: Deepublish Publisher, 2017.
- [6] R. C. Amry, "Prediksi Temperatur Minyak Transformator Distribusi (20kV/220V) Dengan Metode Radial Basis Function Neural Network (RBFNN)," Departemen Teknik Elektro, Institute Teknologi Spuluh Nopember, Surabaya, 2016.
- [7] Rusilawati, "Determining of Generator Steady State Stability Limit Using Losses Concept and RBFNN."

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya – Jawa Timur – Indonesia pada tahun 1994. Penulis merupakan anak ke-3 dari 3 bersaudara. Riwayat pendidikan penulis dimulai dari Sekolah Dasar di SDN Waru 3 selama 2 tahun, lalu melanjutkan di SDI Maryam Surabaya hingga lulus pada tahun 2007. Kemudian dilanjutkan ke sebuah pondok pesantren di Surabaya yaitu PP. Amanatul Ummah melalui program akselerasi dan lulus Madrasah Tsanawiyah pada tahun 2009. Setelah lulus Sekolah Menengah akhir di SMA Negeri 7 Surabaya pada tahun 2012, penulis melanjutkan pendidikan ke Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS) dengan mengambil jurusan Diploma 3 Teknik Elektro Industri dan lulus pada tahun 2015. Pada tahun 2016 penulis melanjutkan lagi pendidikannya di Institute Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Fakultas Teknik Elektro (FTE) dengan program lintas jalur hingga tahun 2018. Penulis dapat dihubungi melalui email: mrh.hasbullah@gmail.com.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

LAMPIRAN

A.1 Data Masukan RBFNN

input =

Columns 1 through 16

0.0279	0.0282	0.0283	0.0286	0.0290	0.0292	0.0279	0.0299	0.0305	0.0308	0.0513	0.0311	0.0285	0.0293	0.0513	0.0296
0.0310	0.0313	0.0315	0.0318	0.0323	0.0324	0.0310	0.0332	0.0339	0.0342	0.0570	0.0345	0.0316	0.0326	0.0570	0.0329
0.0659	0.0666	0.0672	0.0679	0.0686	0.0693	0.0659	0.0707	0.0721	0.0728	0.0659	0.0735	0.0667	0.0693	0.0659	0.0700
0.0732	0.0740	0.0747	0.0754	0.0762	0.0770	0.0732	0.0785	0.0801	0.0809	0.0732	0.0817	0.0742	0.0770	0.0732	0.0777
0.2173	0.2195	0.2217	0.2233	0.2261	0.2284	0.2173	0.2330	0.2376	0.2400	0.2173	0.2424	0.2217	0.2276	0.2173	0.2307
0.2414	0.2439	0.2463	0.2482	0.2512	0.2538	0.2414	0.2589	0.2639	0.2667	0.2414	0.2694	0.2463	0.2529	0.2414	0.2563
0.3924	0.3963	0.4003	0.4043	0.4083	0.4124	0.3924	0.4207	0.4292	0.4335	0.3924	0.4378	0.4003	0.4124	0.3924	0.4165
0.4360	0.4404	0.4448	0.4492	0.4537	0.4582	0.4360	0.4675	0.4768	0.4816	0.4360	0.4864	0.4448	0.4582	0.4360	0.4628
0.9019	0.9109	0.9197	0.9292	0.9385	0.9477	0.9019	0.9670	0.9864	0.9963	0.9019	1.0062	0.9200	0.9479	0.9019	0.9574
1.0021	1.0121	1.0218	1.0325	1.0428	1.0529	1.0021	1.0744	1.0960	1.1070	1.0021	1.1180	1.0223	1.0532	1.0021	1.0638
0.5912	0.5971	0.6031	0.6091	0.6152	0.6214	0.5912	0.6338	0.6466	0.6531	0.5912	0.6596	0.6031	0.6214	0.5912	0.6276
0.6569	0.6635	0.6701	0.6768	0.6836	0.6904	0.6569	0.7043	0.7184	0.7256	0.6569	0.7329	0.6701	0.6904	0.6569	0.6973
0.6204	0.6266	0.6329	0.6393	0.6456	0.6520	0.6204	0.6652	0.6785	0.6853	0.6204	0.6922	0.6329	0.6511	0.6204	0.6586
0.6893	0.6962	0.7032	0.7092	0.7173	0.7245	0.6893	0.7391	0.7539	0.7615	0.6893	0.7691	0.7023	0.7234	0.6893	0.7317
0.5420	0.5474	0.5529	0.5584	0.5640	0.5696	0.5420	0.5809	0.5928	0.5987	0.5420	0.6044	0.5529	0.5696	0.5420	0.5753
0.6022	0.6082	0.6143	0.6205	0.6267	0.6329	0.6022	0.6455	0.6586	0.6652	0.6022	0.6716	0.6143	0.6329	0.6022	0.6393
0.6244	0.6306	0.6370	0.6427	0.6498	0.6563	0.6244	0.6694	0.6827	0.6897	0.6244	0.6966	0.6370	0.6563	0.6244	0.6628
0.6938	0.7007	0.7077	0.7141	0.7219	0.7292	0.6938	0.7438	0.7586	0.7664	0.6938	0.7740	0.7077	0.7292	0.6938	0.7365
0.4226	0.4268	0.4306	0.4354	0.4398	0.4442	0.4226	0.4531	0.4622	0.4668	0.4226	0.4715	0.4311	0.4442	0.4226	0.4486
0.4696	0.4743	0.4785	0.4838	0.4886	0.4935	0.4696	0.5034	0.5135	0.5187	0.4696	0.5239	0.4790	0.4935	0.4696	0.4984
1.0946	1.1055	1.1166	1.1278	1.1390	1.1504	1.0946	1.1736	1.1971	1.2091	1.0946	1.2212	1.1166	1.1504	1.0946	1.1619
1.2162	1.2284	1.2407	1.2531	1.2656	1.2783	1.2162	1.3040	1.3302	1.3435	1.2162	1.3569	1.2407	1.2783	1.2162	1.2910
0.4409	0.4453	0.4498	0.4543	0.4588	0.4631	0.4409	0.4727	0.4822	0.4870	0.4409	0.4919	0.4498	0.4634	0.4409	0.4680
0.4899	0.4948	0.4997	0.5047	0.5098	0.5146	0.4899	0.5252	0.5358	0.5411	0.4899	0.5466	0.4997	0.5149	0.4899	0.5200
0.2127	0.2148	0.2167	0.2191	0.2213	0.2236	0.2127	0.2280	0.2326	0.2350	0.2127	0.2373	0.2170	0.2236	0.2127	0.2258
0.2363	0.2387	0.2408	0.2435	0.2458	0.2484	0.2363	0.2534	0.2585	0.2611	0.2363	0.2637	0.2411	0.2484	0.2363	0.2509
0.3484	0.3519	0.3554	0.3581	0.3625	0.3662	0.3484	0.3735	0.3810	0.3849	0.3484	0.3887	0.3554	0.3652	0.3484	0.3698
0.3871	0.3910	0.3949	0.3978	0.4028	0.4069	0.3871	0.4150	0.4234	0.4276	0.3871	0.4319	0.3949	0.4058	0.3871	0.4109
0.6913	0.6982	0.7052	0.7122	0.7194	0.7266	0.6913	0.7412	0.7561	0.7636	0.6913	0.7709	0.7052	0.7266	0.6913	0.7338
0.7681	0.7758	0.7835	0.7914	0.7993	0.8073	0.7681	0.8235	0.8401	0.8485	0.7681	0.8566	0.7835	0.8073	0.7681	0.8154
0.2854	0.2883	0.2911	0.2940	0.2970	0.3000	0.2854	0.3060	0.3121	0.3153	0.2854	0.3184	0.2906	0.3000	0.2854	0.3030
0.3171	0.3203	0.3235	0.3267	0.3300	0.3333	0.3171	0.3400	0.3468	0.3503	0.3171	0.3538	0.3229	0.3333	0.3171	0.3366
0.4403	0.4447	0.4490	0.4536	0.4582	0.4628	0.4403	0.4719	0.4814	0.4864	0.4403	0.4912	0.4491	0.4628	0.4403	0.4674
0.4892	0.4941	0.4989	0.5040	0.5091	0.5142	0.4892	0.5243	0.5349	0.5404	0.4892	0.5458	0.4991	0.5142	0.4892	0.5193
0.4752	0.4800	0.4848	0.4896	0.4945	0.4994	0.4752	0.5095	0.5197	0.5249	0.4752	0.5302	0.4848	0.4994	0.4752	0.5044
0.5280	0.5333	0.5386	0.5440	0.5494	0.5549	0.5280	0.5661	0.5775	0.5832	0.5280	0.5891	0.5386	0.5549	0.5280	0.5605
0.3531	0.3566	0.3602	0.3632	0.3674	0.3711	0.3531	0.3786	0.3862	0.3900	0.3531	0.3938	0.3602	0.3711	0.3531	0.3748
0.3923	0.3963	0.4002	0.4035	0.4083	0.4123	0.3923	0.4206	0.4291	0.4334	0.3923	0.4376	0.4002	0.4123	0.3923	0.4165
0.3588	0.3624	0.3660	0.3697	0.3734	0.3769	0.3588	0.3847	0.3924	0.3963	0.3588	0.4003	0.3653	0.3771	0.3588	0.3809
0.3987	0.4027	0.4067	0.4107	0.4149	0.4188	0.3987	0.4274	0.4360	0.4404	0.3987	0.4448	0.4059	0.4190	0.3987	0.4232
0.3285	0.3318	0.3351	0.3385	0.3418	0.3453	0.3285	0.3522	0.3593	0.3629	0.3285	0.3665	0.3351	0.3453	0.3285	0.3487
0.3650	0.3686	0.3723	0.3761	0.3798	0.3836	0.3650	0.3913	0.3992	0.4032	0.3650	0.4072	0.3723	0.3836	0.3650	0.3875
0.8035	0.8115	0.8196	0.8278	0.8361	0.8445	0.8035	0.8615	0.8788	0.8876	0.8035	0.8964	0.8196	0.8437	0.8035	0.8529
0.8928	0.9017	0.9107	0.9198	0.9290	0.9383	0.8928	0.9572	0.9764	0.9862	0.8928	0.9960	0.9107	0.9374	0.8928	0.9477
0.4128	0.4169	0.4211	0.4253	0.4296	0.4339	0.4128	0.4426	0.4514	0.4560	0.4128	0.4605	0.4211	0.4339	0.4128	0.4382
0.4587	0.4633	0.4679	0.4726	0.4773	0.4821	0.4587	0.4918	0.5015	0.5067	0.4587	0.5117	0.4679	0.4821	0.4587	0.4869
0.1822	0.1840	0.1859	0.1877	0.1896	0.1915	0.1822	0.1953	0.1993	0.2013	0.1822	0.2030	0.1859	0.1915	0.1822	0.1934
0.2024	0.2045	0.2065	0.2086	0.2107	0.2128	0.2024	0.2170	0.2214	0.2236	0.2024	0.2256	0.2065	0.2128	0.2024	0.2149
0.3604	0.3640	0.3672	0.3705	0.3750	0.3788	0.3604	0.3862	0.3942	0.3981	0.3604	0.4021	0.3676	0.3788	0.3604	0.3826
0.4004	0.4044	0.4080	0.4116	0.4167	0.4209	0.4004	0.4292	0.4380	0.4423	0.4004	0.4468	0.4085	0.4209	0.4004	0.4251
0.3527	0.3562	0.3598	0.3634	0.3670	0.3704	0.3527	0.3781	0.3857	0.3896	0.3527	0.3935	0.3598	0.3707	0.3527	0.3744
0.3919	0.3958	0.3998	0.4038	0.4078	0.4115	0.3919	0.4202	0.4286	0.4329	0.3919	0.4372	0.3991	0.4119	0.3919	0.4160
0.1655	0.1672	0.1688	0.1705	0.1722	0.1739	0.1655	0.1774	0.1810	0.1828	0.1655	0.1845	0.1688	0.1739	0.1655	0.1757
0.1839	0.1857	0.1876	0.1895	0.1914	0.1933	0.1839	0.1972	0.2011	0.2031	0.1839	0.2050	0.1876	0.1933	0.1839	0.1952
0.7340	0.7413	0.7488	0.7562	0.7638	0.7714	0.7340	0.7869	0.8028	0.8108	0.7340	0.8189	0.7488	0.7706	0.7340	0.7792
0.8156	0.8237	0.8319	0.8403	0.8487	0.8572	0.8156	0.8744	0.8920	0.9009	0.8156	0.9099	0.8319	0.8562	0.8156	0.8657
0.3079	0.3110	0.3137	0.3172	0.3204	0.3236	0.3079	0.3299	0.3366	0.3401	0.3079	0.3435	0.3141	0.3236	0.3079	0.3268
0.3421	0.3455	0.3485	0.3525	0.3560	0.3596	0.3421	0.3666	0.3740	0.3779	0.3421	0.3817	0.3490	0.3596	0.3421	0.3632
0.1189	0.1201	0.1213	0.1221	0.1237	0.1250	0.1189	0.1275	0.1300	0.1313	0.1189	0.1327	0.1213	0.1250	0.1189	0.1262
0.1321	0.1334	0.1348	0.1356	0.1375	0.1389	0.1321	0.1416	0.1445	0.1459	0.1321	0.1474	0.1348	0.1389	0.1321	0.1402
0.5075	0.5126	0.5177	0.5229	0.5281	0.5334	0.5075	0.5441	0.5550	0.5606	0.5075	0.5662	0.5177	0.5334	0.5075	0.5387
0.5639	0.5695	0.5752	0.5810	0.5868	0.5927	0.5639	0.6046	0.6167	0.6229	0.5639	0.6291	0.5752	0.5927	0.5639	0.5986
0.4351	0.4395	0.4438	0.4483	0.4528	0.4573	0.4351	0.4665	0.4759	0.4806	0.4351	0.4853	0.4431	0.4573	0.4351	0.4619
0.4834	0.4883	0.4932	0.4981	0.5031	0.5081	0.4834	0.5183	0.5287	0.5340	0.4834	0.5392	0.4924	0.5081	0.4834	0.5132
0.5482	0.5537	0.5592	0.5648	0.5705	0.5760	0.5482	0.5877	0.5996	0.6056	0.5482	0.6116	0.5592	0.5762	0.5482	0.5819
0.6091	0.6152	0.6214	0.6276	0.6338	0.6400	0.6091	0.6531	0.6662	0.6728	0.6091	0.6796	0.6214	0.6402	0.6091	0.6466
0.4879	0.4928	0.4977	0.5027	0.5078	0.5128	0.4879	0.5231	0.5336	0.5389	0.4879	0.5443	0.4977	0.5128	0.4879	0.5179
0.5421	0.5475	0.5530	0.5585	0.5641	0.5698	0.5421	0.								

0.2928	0.2957	0.2985	0.3002	0.3047	0.3075	0.3000	0.3137	0.3201	0.3234	0.3000	0.3264	0.2972	0.3067	0.3444	0.3108
0.8642	0.8728	0.8812	0.8894	0.8993	0.9080	0.8775	0.9264	0.9450	0.9546	0.8775	0.9640	0.8804	0.9072	0.8865	0.9174
0.9602	0.9698	0.9792	0.9882	0.9992	1.0089	0.9750	1.0293	1.0500	1.0607	0.9750	1.0711	0.9782	1.0080	0.9850	1.0193
0.4954	0.5004	0.5054	0.5104	0.5155	0.5207	0.4954	0.5311	0.5418	0.5472	0.4954	0.5527	0.5054	0.5207	0.4954	0.5259
0.5504	0.5559	0.5615	0.5671	0.5728	0.5785	0.5504	0.5902	0.6020	0.6080	0.5504	0.6141	0.5615	0.5785	0.5504	0.5843
0.4435	0.4479	0.4524	0.4569	0.4615	0.4661	0.4435	0.4755	0.4850	0.4899	0.4435	0.4948	0.4524	0.4661	0.4435	0.4708
0.4928	0.4977	0.5027	0.5077	0.5128	0.5179	0.4928	0.5283	0.5389	0.5443	0.4928	0.5498	0.5027	0.5179	0.4928	0.5231
0.7102	0.7173	0.7245	0.7317	0.7390	0.7464	0.7102	0.7614	0.7767	0.7845	0.7102	0.7923	0.7245	0.7464	0.7102	0.7539
0.7891	0.7970	0.8050	0.8130	0.8212	0.8294	0.7891	0.8460	0.8630	0.8717	0.7891	0.8804	0.8050	0.8294	0.7891	0.8377
0.4189	0.4231	0.4271	0.4310	0.4359	0.4409	0.4189	0.4490	0.4580	0.4627	0.4189	0.4672	0.4260	0.4393	0.4500	0.4447
0.4654	0.4701	0.4746	0.4789	0.4843	0.4889	0.4654	0.4989	0.5089	0.5141	0.5000	0.5191	0.4733	0.4881	0.5000	0.4941
0.5155	0.5207	0.5259	0.5311	0.5364	0.5418	0.5155	0.5527	0.5638	0.5694	0.5155	0.5751	0.5259	0.5418	0.5155	0.5472
0.5728	0.5785	0.5843	0.5901	0.5960	0.6020	0.5728	0.6141	0.6264	0.6327	0.5728	0.6390	0.5843	0.6020	0.5728	0.6080
0.6943	0.7012	0.7083	0.7153	0.7225	0.7297	0.6943	0.7444	0.7593	0.7669	0.6943	0.7746	0.7083	0.7297	0.6943	0.7370
0.7714	0.7792	0.7870	0.7948	0.8028	0.8108	0.7714	0.8271	0.8437	0.8522	0.7714	0.8607	0.7870	0.8108	0.7714	0.8189

Columns 17 through 32

0.0305	0.0513	0.0285	0.0287	0.0302	0.0513	0.0311	0.0299	0.0513	0.0306	0.0299	0.0311	0.0293	0.0513	0.0287	0.0293
0.0339	0.0570	0.0316	0.0319	0.0336	0.0570	0.0346	0.0332	0.0570	0.0340	0.0332	0.0346	0.0326	0.0570	0.0319	0.0326
0.0720	0.0659	0.0672	0.0676	0.0714	0.0659	0.0735	0.0707	0.0659	0.0731	0.0709	0.0736	0.0696	0.0659	0.0679	0.0693
0.0800	0.0732	0.0747	0.0752	0.0793	0.0732	0.0817	0.0785	0.0732	0.0801	0.0787	0.0818	0.0773	0.0732	0.0754	0.0770
0.2377	0.2173	0.2220	0.2239	0.2353	0.2173	0.2420	0.2320	0.2173	0.2377	0.2330	0.2424	0.2284	0.2173	0.2247	0.2284
0.2641	0.2414	0.2466	0.2488	0.2615	0.2414	0.2688	0.2578	0.2414	0.2641	0.2589	0.2694	0.2538	0.2414	0.2497	0.2538
0.4292	0.3924	0.4003	0.4043	0.4249	0.3924	0.4378	0.4207	0.3924	0.4292	0.4207	0.4378	0.4144	0.3924	0.4056	0.4132
0.4768	0.4360	0.4448	0.4492	0.4721	0.4360	0.4864	0.4675	0.4360	0.4768	0.4675	0.4864	0.4582	0.4360	0.4507	0.4591
0.9864	0.9019	0.9200	0.9287	0.9766	0.9019	1.0062	0.9670	0.9019	0.9866	0.9670	1.0063	0.9479	0.9019	0.9292	0.9479
1.0960	1.0021	1.0223	1.0319	1.0851	1.0021	1.1180	1.0744	1.0021	1.0963	1.0744	1.1181	1.0532	1.0021	1.0325	1.0532
0.6466	0.5912	0.6033	0.6091	0.6402	0.5912	0.6596	0.6329	0.5912	0.6466	0.6338	0.6596	0.6214	0.5912	0.6091	0.6214
0.7184	0.6569	0.6704	0.6768	0.7113	0.6569	0.7329	0.7032	0.6569	0.7184	0.7043	0.7329	0.6904	0.6569	0.6768	0.6904
0.6785	0.6204	0.6329	0.6392	0.6718	0.6204	0.6914	0.6652	0.6204	0.6785	0.6654	0.6922	0.6520	0.6204	0.6392	0.6520
0.7539	0.6893	0.7032	0.7102	0.7464	0.6893	0.7682	0.7391	0.6893	0.7539	0.7393	0.7691	0.7245	0.6893	0.7102	0.7245
0.5928	0.5420	0.5529	0.5584	0.5869	0.5420	0.6047	0.5811	0.5420	0.5928	0.5811	0.6047	0.5700	0.5420	0.5595	0.5696
0.6586	0.6022	0.6143	0.6205	0.6521	0.6022	0.6719	0.6457	0.6022	0.6586	0.6457	0.6719	0.6333	0.6022	0.6217	0.6329
0.6829	0.6244	0.6373	0.6433	0.6761	0.6244	0.6966	0.6694	0.6244	0.6829	0.6694	0.6966	0.6563	0.6244	0.6433	0.6563
0.7588	0.6938	0.7081	0.7148	0.7513	0.6938	0.7740	0.7438	0.6938	0.7588	0.7438	0.7740	0.7292	0.6938	0.7148	0.7292
0.4622	0.4226	0.4311	0.4354	0.4576	0.4226	0.4709	0.4531	0.4226	0.4622	0.4531	0.4715	0.4442	0.4226	0.4364	0.4442
0.5135	0.4696	0.4790	0.4838	0.5085	0.4696	0.5232	0.5034	0.4696	0.5135	0.5034	0.5239	0.4935	0.4696	0.4849	0.4935
1.1971	1.0946	1.1166	1.1275	1.1853	1.0946	1.2212	1.1736	1.0946	1.1971	1.1736	1.2214	1.1504	1.0946	1.1278	1.1512
1.3302	1.2162	1.2407	1.2528	1.3170	1.2162	1.3569	1.3040	1.2162	1.3302	1.3040	1.3571	1.2783	1.2162	1.2531	1.2791
0.4822	0.4409	0.4498	0.4543	0.4774	0.4409	0.4919	0.4727	0.4409	0.4822	0.4727	0.4919	0.4634	0.4409	0.4543	0.4634
0.5358	0.4899	0.4997	0.5047	0.5305	0.4899	0.5466	0.5252	0.4899	0.5358	0.5252	0.5466	0.5149	0.4899	0.5047	0.5149
0.2326	0.2127	0.2170	0.2191	0.2303	0.2127	0.2373	0.2280	0.2127	0.2326	0.2282	0.2373	0.2236	0.2127	0.2191	0.2236
0.2585	0.2363	0.2411	0.2435	0.2559	0.2363	0.2637	0.2534	0.2363	0.2585	0.2536	0.2637	0.2480	0.2363	0.2435	0.2484
0.3808	0.3484	0.3557	0.3590	0.3773	0.3484	0.3882	0.3728	0.3484	0.3810	0.3735	0.3887	0.3662	0.3484	0.3590	0.3662
0.4231	0.3871	0.3952	0.3988	0.4192	0.3871	0.4313	0.4142	0.3871	0.4234	0.4150	0.4319	0.4069	0.3871	0.3988	0.4069
0.7561	0.6913	0.7052	0.7119	0.7486	0.6913	0.7713	0.7412	0.6913	0.7561	0.7414	0.7713	0.7266	0.6913	0.7122	0.7266
0.8401	0.7681	0.7835	0.7910	0.8318	0.7681	0.8570	0.8235	0.7681	0.8401	0.8238	0.8570	0.8073	0.7681	0.7914	0.8073
0.3121	0.2854	0.2911	0.2940	0.3090	0.2854	0.3184	0.3060	0.2854	0.3123	0.3060	0.3184	0.3000	0.2854	0.2951	0.3000
0.3468	0.3171	0.3235	0.3267	0.3434	0.3171	0.3538	0.3400	0.3171	0.3470	0.3400	0.3538	0.3333	0.3171	0.3279	0.3333
0.4815	0.4403	0.4491	0.4534	0.4768	0.4403	0.4912	0.4721	0.4403	0.4815	0.4721	0.4914	0.4639	0.4403	0.4536	0.4628
0.5351	0.4892	0.4991	0.5038	0.5298	0.4892	0.5458	0.5245	0.4892	0.5351	0.5245	0.5460	0.5154	0.4892	0.5040	0.5142
0.5197	0.4752	0.4848	0.4896	0.5146	0.4752	0.5302	0.5095	0.4752	0.5197	0.5095	0.5302	0.4994	0.4752	0.4889	0.5004
0.5775	0.5280	0.5386	0.5440	0.5717	0.5280	0.5891	0.5661	0.5280	0.5775	0.5661	0.5891	0.5549	0.5280	0.5432	0.5560
0.3862	0.3531	0.3605	0.3638	0.3824	0.3531	0.3939	0.3786	0.3531	0.3862	0.3786	0.3939	0.3711	0.3531	0.3638	0.3711
0.4291	0.3923	0.4005	0.4042	0.4248	0.3923	0.4377	0.4206	0.3923	0.4291	0.4206	0.4377	0.4123	0.3923	0.4042	0.4123
0.3923	0.3588	0.3660	0.3697	0.3885	0.3588	0.4003	0.3838	0.3588	0.3924	0.3847	0.4003	0.3771	0.3588	0.3697	0.3771
0.4359	0.3987	0.4067	0.4107	0.4317	0.3987	0.4448	0.4264	0.3987	0.4360	0.4274	0.4448	0.4190	0.3987	0.4107	0.4190
0.3593	0.3285	0.3351	0.3381	0.3557	0.3285	0.3665	0.3522	0.3285	0.3594	0.3524	0.3665	0.3453	0.3285	0.3385	0.3453
0.3992	0.3650	0.3723	0.3756	0.3952	0.3650	0.4072	0.3913	0.3650	0.3993	0.3916	0.4072	0.3836	0.3650	0.3761	0.3836
0.8788	0.8035	0.8196	0.8278	0.8701	0.8035	0.8964	0.8615	0.8035	0.8788	0.8615	0.8966	0.8445	0.8035	0.8278	0.8445
0.9764	0.8928	0.9107	0.9198	0.9668	0.8928	0.9960	0.9572	0.8928	0.9764	0.9572	0.9962	0.9383	0.8928	0.9198	0.9383
0.4515	0.4128	0.4212	0.4253	0.4470	0.4128	0.4600	0.4426	0.4128	0.4515	0.4426	0.4605	0.4339	0.4128	0.4264	0.4347
0.5016	0.4587	0.4680	0.4726	0.4967	0.4587	0.5111	0.4918	0.4587	0.5016	0.4918	0.5117	0.4821	0.4587	0.4737	0.4830
0.1992	0.1822	0.1859	0.1877	0.1973	0.1822	0.2033	0.1953	0.1822	0.1993	0.1953	0.2033	0.1916	0.1822	0.1877	0.1915
0.2213	0.2024	0.2065	0.2086	0.2192	0.2024	0.2259	0.2170	0.2024	0.2214	0.2170	0.2259	0.2129	0.2024	0.2086	0.2128
0.3942	0.3604	0.3676	0.3713	0.3903	0.3604	0.4021	0.3864	0.3604	0.3942	0.3864	0.4023	0.3788	0.3604	0.3713	0.3788
0.3940	0.4004	0.4085	0.4126	0.4336	0.4004	0.4468	0.4293	0.4004	0.4380	0.4293	0.4468	0.4209	0.4004	0.4126	0.4209
0.3857	0.3527	0.3598	0.3629	0.3819	0.3527	0.3935	0.3772	0.3527	0.3857	0.3781	0.3935	0.3707	0.3527	0.3634	0.3707
0.4286	0.3919	0.3998	0.4023	0.4244	0.3919	0.4372	0.4192	0.3919	0.4286	0.4202	0.4372	0.4119	0.3919	0.4038	0.4119
0.1810	0.1655	0.1688	0.1705	0.1792	0.1655	0.1846	0.1774	0.1655	0.1812	0.1776	0.1846	0.1739			

0.5550	0.5075	0.5180	0.5229	0.5495	0.5075	0.5662	0.5441	0.5075	0.5552	0.5441	0.5662	0.5334	0.5075	0.5229	0.5343
0.6167	0.5639	0.5755	0.5810	0.6106	0.5639	0.6291	0.6046	0.5639	0.6169	0.6046	0.6291	0.5927	0.5639	0.5810	0.5936
0.4759	0.4351	0.4438	0.4483	0.4712	0.4351	0.4854	0.4665	0.4351	0.4759	0.4665	0.4854	0.4573	0.4351	0.4483	0.4573
0.5287	0.4834	0.4932	0.4981	0.5235	0.4834	0.5394	0.5183	0.4834	0.5287	0.5183	0.5394	0.5081	0.4834	0.4981	0.5081
0.5996	0.5482	0.5592	0.5648	0.5936	0.5482	0.6116	0.5877	0.5482	0.5996	0.5879	0.6116	0.5762	0.5482	0.5648	0.5762
0.6662	0.6091	0.6214	0.6276	0.6596	0.6091	0.6796	0.6531	0.6091	0.6662	0.6532	0.6796	0.6402	0.6091	0.6276	0.6402
0.5336	0.4879	0.4977	0.5019	0.5283	0.4879	0.5443	0.5231	0.4879	0.5336	0.5231	0.5443	0.5128	0.4879	0.5027	0.5128
0.5929	0.5421	0.5530	0.5577	0.5870	0.5421	0.6048	0.5812	0.5421	0.5929	0.5812	0.6048	0.5698	0.5421	0.5585	0.5698
0.2875	0.3220	0.2690	0.2700	0.2853	0.3152	0.2934	0.2816	0.3600	0.2884	0.2826	0.2941	0.2772	0.3375	0.2718	0.2780
0.3195	0.3578	0.2989	0.3000	0.3170	0.3502	0.3260	0.3128	0.4000	0.3204	0.3140	0.3268	0.3080	0.3750	0.3020	0.3089
0.9442	0.8930	0.8819	0.8882	0.9358	0.8895	0.9634	0.9255	0.9225	0.9453	0.9267	0.9643	0.9085	0.9045	0.8909	0.9092
1.0491	0.9922	0.9799	0.9869	1.0398	0.9883	1.0705	1.0284	1.0250	1.0503	1.0297	1.0714	1.0095	1.0050	0.9898	1.0103
0.5418	0.4954	0.5054	0.5104	0.5364	0.4954	0.5527	0.5311	0.4954	0.5418	0.5311	0.5527	0.5207	0.4954	0.5104	0.5207
0.6020	0.5504	0.5615	0.5671	0.5961	0.5504	0.6141	0.5902	0.5504	0.6020	0.5902	0.6141	0.5785	0.5504	0.5671	0.5785
0.4850	0.4435	0.4524	0.4569	0.4802	0.4435	0.4948	0.4755	0.4435	0.4850	0.4755	0.4948	0.4661	0.4435	0.4569	0.4661
0.5389	0.4928	0.5027	0.5077	0.5336	0.4928	0.5498	0.5283	0.4928	0.5389	0.5283	0.5498	0.5179	0.4928	0.5077	0.5179
0.7767	0.7102	0.7245	0.7317	0.7690	0.7102	0.7923	0.7614	0.7102	0.7767	0.7614	0.7923	0.7464	0.7102	0.7317	0.7464
0.8630	0.7891	0.8050	0.8130	0.8545	0.7891	0.8804	0.8460	0.7891	0.8630	0.8460	0.8804	0.8294	0.7891	0.8130	0.8294
0.4572	0.4500	0.4276	0.4296	0.4536	0.4500	0.4664	0.4482	0.4500	0.4583	0.4493	0.4675	0.4405	0.4500	0.4322	0.4412
0.5080	0.5000	0.4751	0.4773	0.5040	0.5000	0.5182	0.4980	0.5000	0.5092	0.4993	0.5195	0.4894	0.5000	0.4802	0.4902
0.5638	0.5155	0.5259	0.5311	0.5582	0.5155	0.5751	0.5527	0.5155	0.5638	0.5527	0.5751	0.5418	0.5155	0.5311	0.5418
0.6264	0.5728	0.5843	0.5901	0.6202	0.5728	0.6390	0.6141	0.5728	0.6264	0.6141	0.6390	0.6020	0.5728	0.5901	0.6020
0.7593	0.6943	0.7083	0.7153	0.7518	0.6943	0.7746	0.7444	0.6943	0.7593	0.7444	0.7746	0.7297	0.6943	0.7153	0.7297
0.8437	0.7714	0.7870	0.7948	0.8354	0.7714	0.8607	0.8271	0.7714	0.8437	0.8271	0.8607	0.8108	0.7714	0.7948	0.8108

Columns 33 through 40

0.0287	0.0285	0.0513	0.0305	0.0299	0.0311	0.0287	0.0299
0.0319	0.0316	0.0570	0.0339	0.0332	0.0346	0.0319	0.0332
0.0690	0.0672	0.0659	0.0721	0.0707	0.0735	0.0679	0.0707
0.0767	0.0747	0.0732	0.0801	0.0785	0.0817	0.0754	0.0785
0.2239	0.2217	0.2173	0.2377	0.2330	0.2424	0.2239	0.2330
0.2488	0.2463	0.2414	0.2641	0.2589	0.2694	0.2488	0.2589
0.4043	0.4012	0.3924	0.4301	0.4219	0.4390	0.4043	0.4207
0.4492	0.4458	0.4360	0.4778	0.4687	0.4878	0.4492	0.4675
0.9292	0.9200	0.9019	0.9864	0.9670	1.0062	0.9292	0.9670
1.0325	1.0223	1.0021	1.0960	1.0744	1.1180	1.0325	1.0744
0.6102	0.6031	0.5912	0.6486	0.6338	0.6604	0.6091	0.6338
0.6780	0.6701	0.6569	0.7184	0.7043	0.7338	0.6768	0.7043
0.6392	0.6329	0.6204	0.6785	0.6652	0.6922	0.6392	0.6652
0.7102	0.7032	0.6893	0.7539	0.7391	0.7691	0.7102	0.7391
0.5584	0.5539	0.5420	0.5936	0.5811	0.6047	0.5584	0.5811
0.6205	0.6154	0.6022	0.6596	0.6457	0.6719	0.6205	0.6457
0.6433	0.6370	0.6244	0.6829	0.6694	0.6966	0.6433	0.6694
0.7148	0.7077	0.6938	0.7588	0.7438	0.7740	0.7148	0.7438
0.4354	0.4311	0.4226	0.4622	0.4531	0.4715	0.4354	0.4531
0.4838	0.4790	0.4696	0.5135	0.5034	0.5239	0.4838	0.5034
1.1291	1.1183	1.0946	1.1971	1.1747	1.2212	1.1278	1.1736
1.2546	1.2426	1.2162	1.3302	1.3052	1.3569	1.2531	1.3040
0.4543	0.4498	0.4409	0.4822	0.4727	0.4919	0.4543	0.4727
0.5047	0.4997	0.4899	0.5358	0.5252	0.5466	0.5047	0.5252
0.2191	0.2170	0.2127	0.2326	0.2280	0.2384	0.2191	0.2280
0.2435	0.2411	0.2363	0.2585	0.2534	0.2649	0.2435	0.2534
0.3600	0.3554	0.3484	0.3810	0.3735	0.3887	0.3590	0.3735
0.3999	0.3949	0.3871	0.4234	0.4150	0.4319	0.3988	0.4150
0.7122	0.7052	0.6913	0.7569	0.7412	0.7713	0.7122	0.7412
0.7914	0.7835	0.7681	0.8410	0.8235	0.8570	0.7914	0.8235
0.2940	0.2911	0.2854	0.3121	0.3070	0.3193	0.2940	0.3060
0.3267	0.3235	0.3171	0.3468	0.3412	0.3548	0.3267	0.3400
0.4536	0.4491	0.4403	0.4815	0.4721	0.4912	0.4536	0.4721
0.5040	0.4991	0.4892	0.5351	0.5245	0.5458	0.5040	0.5245
0.4896	0.4858	0.4752	0.5197	0.5095	0.5302	0.4896	0.5095
0.5440	0.5397	0.5280	0.5775	0.5661	0.5891	0.5440	0.5661
0.3638	0.3602	0.3531	0.3869	0.3786	0.3939	0.3638	0.3786
0.4042	0.4002	0.3923	0.4299	0.4206	0.4377	0.4042	0.4206
0.3708	0.3660	0.3588	0.3924	0.3847	0.4013	0.3697	0.3847
0.4120	0.4067	0.3987	0.4360	0.4274	0.4458	0.4107	0.4274
0.3385	0.3360	0.3285	0.3593	0.3522	0.3665	0.3385	0.3522
0.3761	0.3733	0.3650	0.3992	0.3913	0.4072	0.3761	0.3913
0.8289	0.8196	0.8035	0.8788	0.8615	0.8964	0.8278	0.8615
0.9210	0.9107	0.8928	0.9764	0.9572	0.9960	0.9198	0.9572
0.4253	0.4211	0.4128	0.4515	0.4436	0.4605	0.4253	0.4426
0.4726	0.4679	0.4587	0.5016	0.4929	0.5117	0.4726	0.4918
0.1877	0.1859	0.1822	0.1993	0.1953	0.2033	0.1877	0.1953
0.2086	0.2065	0.2024	0.2214	0.2170	0.2259	0.2086	0.2170
0.3725	0.3676	0.3604	0.3942	0.3864	0.4209	0.3713	0.3864
0.4139	0.4085	0.4004	0.4380	0.4293	0.4676	0.4126	0.4293
0.3634	0.3598	0.3527	0.3865	0.3781	0.3935	0.3634	0.3781

0.4038	0.3998	0.3919	0.4295	0.4202	0.4372	0.4038	0.4202
0.1705	0.1692	0.1655	0.1810	0.1774	0.1846	0.1705	0.1774
0.1895	0.1880	0.1839	0.2011	0.1972	0.2052	0.1895	0.1972
0.7562	0.7488	0.7340	0.8028	0.7879	0.8189	0.7562	0.7869
0.8403	0.8319	0.8156	0.8920	0.8755	0.9099	0.8403	0.8744
0.3172	0.3141	0.3079	0.3367	0.3301	0.3435	0.3172	0.3301
0.3525	0.3490	0.3421	0.3742	0.3668	0.3817	0.3525	0.3668
0.1225	0.1217	0.1189	0.1300	0.1275	0.1327	0.1225	0.1275
0.1361	0.1352	0.1321	0.1445	0.1416	0.1474	0.1361	0.1416
0.5240	0.5177	0.5075	0.5550	0.5441	0.5669	0.5229	0.5441
0.5823	0.5752	0.5639	0.6167	0.6046	0.6299	0.5810	0.6046
0.4483	0.4438	0.4351	0.4766	0.4675	0.4854	0.4483	0.4665
0.4981	0.4932	0.4834	0.5296	0.5194	0.5394	0.4981	0.5183
0.5648	0.5592	0.5482	0.5996	0.5877	0.6116	0.5648	0.5877
0.6276	0.6214	0.6091	0.6662	0.6531	0.6796	0.6276	0.6531
0.5027	0.4977	0.4879	0.5336	0.5231	0.5443	0.5027	0.5231
0.5585	0.5530	0.5421	0.5929	0.5812	0.6048	0.5585	0.5812
0.2726	0.2699	0.3197	0.2889	0.2835	0.2948	0.2715	0.2825
0.3028	0.2999	0.3552	0.3210	0.3150	0.3276	0.3016	0.3139
0.8918	0.8826	0.8912	0.9460	0.9277	0.9648	0.8904	0.9265
0.9908	0.9807	0.9902	1.0511	1.0308	1.0720	0.9893	1.0295
0.5104	0.5054	0.4954	0.5418	0.5311	0.5527	0.5104	0.5311
0.5671	0.5615	0.5504	0.6020	0.5902	0.6141	0.5671	0.5902
0.4569	0.4524	0.4435	0.4850	0.4755	0.4948	0.4569	0.4755
0.5077	0.5027	0.4928	0.5389	0.5283	0.5498	0.5077	0.5283
0.7317	0.7245	0.7102	0.7767	0.7614	0.7923	0.7317	0.7614
0.8130	0.8050	0.7891	0.8630	0.8460	0.8804	0.8130	0.8460
0.4332	0.4284	0.4500	0.4589	0.4502	0.4680	0.4316	0.4491
0.4813	0.4760	0.5000	0.5099	0.5003	0.5200	0.4795	0.4990
0.5311	0.5259	0.5155	0.5638	0.5527	0.5751	0.5311	0.5527
0.5901	0.5843	0.5728	0.6264	0.6141	0.6390	0.5901	0.6141
0.7153	0.7083	0.6943	0.7593	0.7444	0.7746	0.7153	0.7444
0.7948	0.7870	0.7714	0.8437	0.8271	0.8607	0.7948	0.8271

LAMPIRAN

A.2 Data Target dan Hasil Training RBFNN

target =

Columns 1 through 16

3.1268	3.0926	3.0579	3.0409	2.9340	2.7947	3.1086	2.4677	2.1080	1.9188	3.0965	1.7097	3.0604	2.7996	3.0441	2.6376
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Columns 17 through 32

2.1102	3.0263	3.0566	3.0457	2.2902	3.0363	1.7135	2.4739	2.9664	2.1057	2.4651	1.7068	2.7910	3.0049	3.0394	2.7868
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Columns 33 through 40

3.0373	3.0547	3.0303	2.1007	2.4584	1.7000	3.0407	2.4667
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

train =

Columns 1 through 16

3.1126	3.1193	3.0579	3.0409	2.9239	2.7877	3.1086	2.4761	2.1117	1.9058	3.0965	1.7118	3.0609	2.8012	3.0433	2.6457
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Columns 17 through 32

2.1034	3.0270	3.0601	3.0466	2.2919	3.0366	1.7129	2.4755	2.9661	2.1019	2.4636	1.7137	2.7914	3.0054	3.0401	2.7863
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Columns 33 through 40

3.0373	3.0554	3.0298	2.1008	2.4576	1.7001	3.0224	2.4757
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----